த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—488

திசு வளர்ப்பு

ஆசிரியர்,

டாக்டர் க. கா. லட்சுமணன், எம்.ஏ.,
எம்.எஸ்ஸி., பிஎச்.டி.,

பேராசிரியர், தாவரவியல் துறை,
பச்சையப்பன் கல்லூரி, சென்னை.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—September, 1973

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 488

TISSUE CULTURE

Dr. K. K. LAKSHMANAN

Price Rs. 5-45

'Published by the Tamil Nadu Text Book Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.'

Printed by
MEKALA ACHAGAM,
85, Strahans Road,
Madras-600012.

அணிந்துரை

திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன்
(தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதின்மூன் றாண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழி லேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப்படிப்பு வகுப்புகளிலும் அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன் வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித்தர முன்வந்த நூலாசிரி யர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடை பெற்று வருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப் பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதம், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'திசு வளர்ப்பு' என்ற இந் நூல் தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 488ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை 523 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்தின்கீழ் வெளியிடப் படுகிறது.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும். அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரியதாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

திசு வளர்ப்பு

1. தோற்றுவாய்

உலகில் இன்று பலவிதமான தாவரங்களையும் விலங்குகளையும் காண்கிறோம். கண்ணிற்குத் தெளிவாகத் தெரியாத அமீபா (Amoeba), கிளாமிடோமோனஸ் (Chlamydomonas) முதல் யானை போன்ற விலங்குகளும், உயர்ந்த வளர்ந்துள்ள செகோயா (Sequoia) போன்ற தாவரங்களும் நம்முன் காணப்படுகின்றன. ஒற்றைச் செல் உயிரினத்திலிருந்து, சில செல்கள் ஒன்று கூடி வாழும் கூட்டமைவின் (Colony) ஊடாக, மிகவும் சிக்கலான உயிரிகள் வரை, ஒவ்வொன்றாக ஆராயும்போது அவற்றின் அமைப்பு, செயல், வளர்ப்புகளில் கணக்கற்ற வேறுபாடுகளைக் காண்கின்றோம். ஆனால் வேறுபாடுகள் பல உள்ள எல்லா உயிரிகளும் ஒரு செல் கருவிலிருந்துதானே உண்டாகின்றன. ஏன்? பரிணாமப் போக்கில் மிக உயர்ந்தவனென்று கூறப்படும் மனிதனே ஒரு செல்லிலிருந்துதான் தோன்றுகின்றான்? இது ஒரு வியக்கத்தக்க செயலாகும்.

கருவுற்ற முட்டை வளர்ந்து, செல் பகுப்புகள் ஏற்பட்டு, அச்செல்கள் அவற்றின் செயல்களை அடிப்படையாகக்கொண்டு பலவிதமான திசுக்களாக மாறுகின்றன. சைகோட்டி (Zygote) யிலுள்ள மரபியல் பண்புகள் அச்செல்லிலிருந்து தோன்றிய செல்களை எவ்வாறு மாறுபட்ட திசுக்களாக மாற்றுகின்றன?

அத்திசுக்கள் 'என்ன செயல்களைச் செய்கின்றன' என்று அறிய விரும்பியது அன்றைய பொதுத்தாவரச் செயலியல். 'எவ்வாறு செயல்களைச் செய்கின்றன' என்று அறிய இன்றைய உயிரியலில் செல்லை அடிப்படையாக எடுத்துக்கொண்டுள்ளனர். செல்லை ஒரு அடிப்படை அலகாக (Fundamental unit) ஏற்றுக்கொண்டுள்ள நமது சிந்தனை, அதன் செயலியல், அமைப்பு, வளர்ப்பு இவைகளைக் காணத் துடிக்கிறது. ஒரு செல்லை சிறிய அலகாக எடுத்துக் கொள்வதையே தற்கால தாவரச் செயலியலின் முன்னேற்றம் எனக்கொள்ளும்போது, மூலக்கூற்று உயிரியலில் (Molecular

Biology) இதனினும் நுண்ணிய DNA (Deoxyribo-nucleic Acid) அல்லது ATPயைக் (Adenosine-Tri Phosphate) குறைந்த அலகாக எடுத்துக் கொண்டுள்ளனரே யென்று வினக் கிளம்பும். ஓர் உயிருள்ள செல்லின் பகுதியாக இருக்கும்பொழுதுதான் DNA அதன் இயல்பான செயல்களைச் செய்ய முடியும். அந்த செல் தன் செயல்களைச் செய்யப் பயன்படுத்தும் கருவிகளில் ஒன்று தானே ATP? இவையிரண்டும் உயிரியலின் தேவையான அலகுகள் ஆனாலும் தனிப்பட்ட அலகுகளாகக் கருதும்பொழுது வேதியியற் பொருள்களே யாகும்.

அந்தத் தனி செல்தான் இன்றைய செயலியலில் மட்டுமின்றி சோதனை உயிரியலிலும் (Experimental Biology) அடிப்படை அலகாகும். திசுக்களிலுள்ள செல்கள் வெவ்வேறு செயல்களைச் செய்ய நன்கு பக்குவமடைந்துள்ளன. அவ்வாறு அமைப்பிலும், செயலிலும் மாறுபாடடைந்துள்ள செல்களைப் பிரித்தெடுத்து, அதற்காக அமைந்த செயல்களிலிருந்து மாறுபாடு அடையச் செய்து, சைகோட்டைப்போல ஏன் இயங்கச் செய்யக் கூடாது என்ற எண்ணம் எழுகிறது. மேலும் சைகோட்டிற்குக் கிடைப்பது போன்ற உணவு, சூழ்நிலைகளை அளித்தால் தனிச் செல்களும் சைகோட்டைப் போலவே இயங்குமா? அதைத் தொடர்ந்து இக் காரணிகளை நம் விருப்பம்போல் மாற்றி, செல்களை வெவ்வேறு விதமாகச் செயலாற்றும்படி செய்ய முடியுமா, என்ற வினக்கள் தோன்றுகின்றன. இவ் வெண்ணங்களின் பயனாக ஹேபர்லாண்ட் (Haberlandt, 1902) என்ற ஜெர்மானிய விஞ்ஞானி பின்வரும் கருத்தைக் கூறுகிறார். ஒரு சில செல்களைச் செடியிலிருந்து பிரித்தெடுத்து ஊட்டக் கரைசலில் (Nutrient solution) வளர்த்தால் நம்முன் நிற்கும் வாழ்வியல், மார்ஃபோ ஜெனிசிஸ் அல்லது அமைப்புத் தோற்றவியல் (Morphogenesis) பல புதிர்களுக்கு விடைகாண முடியும். சில செல்களைத் தனித்தனியாகப் பிரித்து, நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் (Sterilization) செய்து, ஊட்ட ஊடகத்தில் (Nutrient medium) வளர்த்தால் கருவுற்ற செல்போல சாதாரணச் செல்களையும் இயங்கச்செய்து, செயற்கைக் கருக்களாக அச் செல்களின் செயலை மாற்றலாம்.

இப்படி ஏற்பட்ட எண்ணங்களின் பிரதிபலிப்பே திசு வளர்ப்பாகும் (Tissue culture). உண்மையிலேயே திசு வளர்ப்பு என்ற தலைப்பு காரணத்துக் கொவ்வாததாக (misnomer) வுள்ளது. இதன்கீழ் நடைபெறுவது தனிச் செல், செல் தொகுப்புகள், உறுப்புகள், மற்றும் தாவரங்களின் வெவ்வேறு பாகங்களின் வளர்ப்பேயன்றி, உள்ளமைப்பியலின்படியான ஒரு திசுவைத் தனி

யாகப் பிரித்தெடுத்து வளர்ப்பதல்ல. ஆயினும் எல்லோரும் இதைத் 'திசு வளர்ப்பு' என்றே ஏற்றுக்கொண்டதுபோல நாமும் ஏற்றுக்கொள்வோம். இனி, திசு வளர்ப்பு என்று வரும் போதெல்லாம் கேலஸ் (Callus) திசுவையோ, ஒருசில செல்கள் கொண்ட தொகுதியையோதான் இத் திசு என்ற சொல் குறிப்பிடும்.

'திசு வளர்ப்பு' என்ற துணையியல் உயிரியலில் தோன்றிய பொழுது அம் மாறுபட்ட கருத்துகள் தோன்றின. 'பயனற்ற ஆராய்ச்சி', 'வீணுக உறுப்புக்களையும் உயிரினங்களையும் வெட்டித் துன்புறுத்துகின்றனர்' என்று ஒரு சாராரும், 'உயிரினங்களைப் பற்றிய புதிர்களை விளக்க உதவும் ஒரு மந்திரத்திறவுகோல் (Magic key)' என்று மற்றொரு சாராரும் அதைப் பற்றிக் கூறினர்.

திசு வளர்ப்புப்பற்றிய கருத்துகள் நம் உள்ளத்தில் தோன்று முன்னரே, செடிகளில் வெட்டு முறையும் (cuttings), ஒட்டு முறையும் மிக நன்ருகத் தெரிந்திருந்தனவாயினும் தொடர்ந்து வந்த ஆராய்ச்சிகள் விலங்குகளைப்பற்றியே நடைபெற்றன. ஹேபர் லாண்ட்டின் எண்ணங்களை வெற்றிகரமாக நிறைவேற்றி வைத்த மாணவர்களிலொருவர் கோட்டே (Kotte) என்பவர். மற்றும், ராபின்ஸ் (Robbins) போன்ருேர் திசுவளர்ப்பில் பல முன்னேற்றங்களைக் கண்டபோதிலும், திசுவளர்ப்பு என்ற துணையியல் வேகமாக வளர இரு தூண்களாகக் கருதப்பட வேண்டியவர்கள் அமெரிக்க நாட்டைச் சேர்ந்த ஃபிலிப் வைட் (Philip White) என்பவரும், பிரான்ஸைச் சேர்ந்த காதெரெ (Gautheret) என்பவருமே ஆவர். 1930 ஆம் ஆண்டில், வைட் தக்காளியின் வேரை, தான் நிர்ணயித்த ஊட்ட ஊடகத்தில் வளர்க்க ஆரம்பித்தார். இயற்கையில் தக்காளி ஓராண்டுக் காலமே வாழுமெனக் கொள்ளலாம். ஆனல் இவர் வளர்க்க ஆரம்பித்த வேர் இன்னும் வளர்கிறது. அவரோ, 1967 ஆம் ஆண்டில் இந்தியாவிற்கு வந்து பேராசிரியர் மகேஷ்வரியின் (Maheshwari) முதல் ஞாபகார்த்த விரிவுரையாற்றி, செல், திசு, உறுப்பு-வளர்ப்புபற்றிய கருத்தரங்கில் கலந்துகொண்டுவிட்டு பம்பாய் சென்றவர் இந்நாட்டு மண்ணிலேயே உயிர் நீத்தார். இவர் பல ஆராய்ச்சி முடிவுகளையும் மதிப்பாய்வுரைகளையும் வெளியிட்டுள்ளார். இவரது இறுதிக் காலத்தில் தாவரங்களில் காணப்படும் கட்டிகள் (tumors) பற்றியும் மேலிக்னன்சிக்கு (Malignancy) எவ்வாறு தீர்வு காண்பது என்பதுபற்றியும் ஆராய்ந்தார்.

இதே போல, ஹி லா அம்ச (He La Strain) மனித செல்கள் இன்றும் பல பரிசோதனைக் கூடங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றன. ஆரம்ப காலத்தில் இந்த செல்கள், போலியோ அம்மை (Polio vaccine) பற்றிய ஆராய்ச்சியில் பயன்பட்டன. எந்தவொரு பெண்ணின் உடம்பிலிருந்து இந்தச் செல்கள் எடுக்கப்பட்டனவோ அவர் புற்று நோயால் இறந்தாலும், அவரது செல்கள் இன்றும் உயிருடனுள்ளன! எனவே, இயற்கையும் மாற்ற இயலாத அழிவைத் தடுத்துத் தொடர்ந்து உயிருடனிருக்கத் திசு வளர்ப்பு வழிகோலுகிறது.

பாரீஸ் நகரைச் சேர்ந்த காதெரெ, வேர் நுனி வளர்ச்சி பற்றி ஆராய்ச்சியைத் துவக்கியபோதிலும், மரவகை, புல்வகைத் தாவரங்கள், கிழங்குச் செடிகள் போன்றவற்றின் கேம்பியத்தில் தான் தன் கவனத்தைச் செலுத்துகிறார்.

வைட் எழுதிய தாவரத் திசு வளர்ப்பு (A Handbook of Plant Tissue Culture, 1943), தாவர விலங்கியல் செல்களை வளர்த்தல் (The Cultivation of Animal and Plant Cells, 1963) என்ற புத்தகங்களும், காதெரெ எழுதிய தாவரத் திசுக்களை வளர்க்கும் முறை Manuel technique de culture des tissus Vègètaux, 1942), தாவரத்திசு வளர்ப்பு (La culture des tissus Vègètaux, 1959) போன்ற புத்தகங்கள் எல்லா சோதனைக் கூடங்களிலும் உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன. இவர்களால் துவக்கப்பட்ட திசு வளர்ப்பு பல நாடுகளிலும் வெவ்வேறு சோதனைக் கூடங்களிலும் தீவிரமாக மேற்கொள்ளப்படுகிறது. இந்தியாவில் திசு வளர்ப்புக்கு ஊக்கமூட்டியவர், உதவியாகவிருந்தவர், பலருக்கு வழி காட்டியாகவுமிருந்தவர் பேராசிரியர் பஞ்சனன் மகேஷ்வரியாகும் (படம்-1). இவர் மறைந்துவிட்டாரெனினும் இவரது மாணவர்கள் பல சோதனைக் கூடங்களில்-இந்தியாவிலும், வெளிநாட்டிலும்-பணியாற்றி வருகின்றனர். இவர் தனித்து சுமார் 150 சோதனை முடிவுகளையும் இவரது மாணவர்கள் இதைவிட மேலும் இரு மடங்கு வெளியீடுகளையும் அவர் மறைந்த நாள் வரை உலகுக்களித்துள்ளனர். ஒரு கருவியலர் (Embryologist) என்று பலராலும் கருதப்பட்ட இவர் மற்ற தாவர இயலின் கிளைகளிலும் தன் ஆய்வினைச் செவ்வனே செய்துள்ளார்.

விலங்கியலில் ஏற்பட்டுள்ள அளவுக்கு தாவரத்திசு வளர்ப்பில் முன்னேற்றம் இல்லை. மிகவும் வியக்கத்தக்க வகையில் கிமெராவில் (Chimaera) அல்லது பல் உருவம் விளக்குவதுபோல கோழிக் குஞ்சு, சுண்டெலிகளின் செல்களைக் கலந்து திசு வளர்ப்புச்

செய்து சிறுநீர்ப்பை, இருதயம் போன்ற வேறுபாடுகளை உண்டு பண்ணியுள்ளனர். இவ்விரு விலங்குகளின் உறவில்லாச் செல்கள் ஒன்றோடொன்று ஒத்தியங்குவதைக் கண்டால் 'கோழி-எலி'யோ எனக்கூறத்தோன்றும். இம்மாதிரியான ஆய்வு முன்னேற்றங்களை தாவரவியலில் நாம் இன்னும் அடையவில்லை.



படம் 1
பஞ்சனன் மகேஷ்வரி

திசு வளர்ப்பு வளர்ந்து வரும் தனித்துணையியலே ஆயினும், மற்ற அறிவியல்களிலிருந்தும் தனித்து நிற்காமல் உள்ளமைப்பியல், செல்லியல், செயலியல், மரபியல், அமைப்புத் தோற்றவியல், உயிரி வேதியல் (Biochemistry), மூலக்கூற்று உயிரியல் (Molecular Biology), தாவர நோயியல் (Phytopathalogy) போன்ற துணை இயல்களுடன் நெருங்கிய உறவுகொண்டு திசு வளர்ப்பின் முக்கியத்துவத்தை அவை உணரும்படி செய்துள்ளது. அத்துணையியல்களுக்கும் திசு வளர்ப்பிற்கும் உள்ள உறவை ஆங்காங்கு எடுத்துக் கூறினாலும் இப்புத்தகத்தில் நாம் திசு வளர்ப்பை கருவியலர் நோக்கில் (Embryologist's point of view) காண்போம்.

தாவரங்களில் இயற்கையாக நடக்கும் தோற்றம், வளர்ப்பு, முன்னேற்றம், அமைப்புத் தோற்றம் முதலியனவற்றைப் பரிசோதனைக் கூடத்தில் நிகழ்த்திக் காட்ட முடியுமா? அப்படிச் செய்ய முடியுமாயின் அப்போது இயற்கையிலுள்ள வழி முறைகளே அந்நிகழ்ச்சிகளில் பின்பற்றப்படுகின்றனவா? சோதனைக் கூடங்களில், திசு வளர்ப்பிற்குக் கிடைக்கும் இயற்பியல், வேதியியல் காரணங்களை நம் விருப்பம் போல மாற்ற முடியுமா?' இவற்றை நம் விருப்பம்போல் மாற்றி வளர்முறையில் மாறுதல்களைச் செய்ய முடியாதா? இம்மூன்று வினாக்களுக்கான விடைகளே திசுவளர்ப்பின் அடிப்படையாகும். இதன் பயனாகக் கிடைத்த பலன்கள், எதிர்பார்க்கும் பலன்கள்பற்றிப் பிரிதோரிடத்தில் காண்போம்.

இதே போல, ஹி லா அம்ச (He La Strain) மனித செல்கள் இன்றும் பல பரிசோதனைக் கூடங்களில் வளர்க்கப்படுகின்றன. ஆரம்ப காலத்தில் இந்த செல்கள், போலியோ அம்மை (Polio vaccine) பற்றிய ஆராய்ச்சியில் பயன்பட்டன. எந்தவொரு பெண்ணின் உடம்பிலிருந்து இந்தச் செல்கள் எடுக்கப்பட்டனவோ அவர் புற்று நோயால் இறந்தாலும், அவரது செல்கள் இன்றும் உயிருடனுள்ளன! எனவே, இயற்கையும் மாற்ற இயலாத அழிவைத் தடுத்துத் தொடர்ந்து உயிருடனிருக்கத் திசு வளர்ப்பு வழிகோலுகிறது.

பாரிஸ் நகரைச் சேர்ந்த காதெரெ, வேர் நுனி வளர்ச்சி பற்றி ஆராய்ச்சியைத் துவக்கியபோதிலும், மரவகை, புல்வகைத் தாவரங்கள், கிழங்குச் செடிகள் போன்றவற்றின் கேம்பியத்தில் தான் தன் கவனத்தைச் செலுத்துகிருர்.

வைட் எழுதிய தாவரத் திசு வளர்ப்பு (A Handbook of Plant Tissue Culture, 1943), தாவர விலங்கியல் செல்களை வளர்த்தல் (The Cultivation of Animal and Plant Cells, 1963) என்ற புத்தகங்களும், காதெரெ எழுதிய தாவரத் திசுக்களை வளர்க்கும் முறை Manuel technique de culture des tissus Vègètaux, 1942), தாவரத்திசு வளர்ப்பு (La culture des tissus Vègètaux, 1959) போன்ற புத்தகங்கள் எல்லா சோதனைக் கூடங்களிலும் உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன. இவர்களால் துவக்கப்பட்ட திசு வளர்ப்பு பல நாடுகளிலும் வெவ்வேறு சோதனைக் கூடங்களிலும் தீவிரமாக மேற்கொள்ளப்படுகிறது. இந்தியாவில் திசு வளர்ப்புக்கு ஊக்கமூட்டியவர், உதவியாகவிருந்தவர், பலருக்கு வழி காட்டியாகவுமிருந்தவர் பேராசிரியர் பஞ்சனன் மகேஷ்வரியாகும் (படம்-1). இவர் மறைந்துவிட்டாரெனினும் இவரது மாணவர்கள் பல சோதனைக் கூடங்களில்-இந்தியாவிலும், வெளிநாட்டிலும்-பணியாற்றி வருகின்றனர். இவர் தனித்து சுமார் 150 சோதனை முடிவுகளையும் இவரது மாணவர்கள் இதைவிட மேலும் இரு மடங்கு வெளியீடுகளையும் அவர் மறைந்த நாள் வரை உலகுக்களித்துள்ளனர். ஒரு கருவியலர் (Embryologist) என்று பலராலும் கருதப்பட்ட இவர் மற்ற தாவர இயலின் கிளைகளிலும் தன் ஆய்வினைச் செவ்வனே செய்துள்ளார்.

விலங்கியலில் ஏற்பட்டுள்ள அளவுக்கு தாவரத்திசு வளர்ப்பில் முன்னேற்றம் இல்லை. மிகவும் வியக்கத்தக்க வகையில் கிமெராவில் (Chimaera) அல்லது பல் உருவம் விளக்குவதுபோல கோழிக் குஞ்சு, சுண்டெலிகளின் செல்களைக் கலந்து திசு வளர்ப்புச்

செய்து சிறுநீர்ப்பை, இருதயம் போன்ற வேறுபாடுகளை உண்டு பண்ணியுள்ளனர். இவ்விரு விலங்குகளின் உறவில்லாச் செல்கள் ஒன்றோடொன்று ஒத்தியங்குவதைக் கண்டால் 'கோழி-எலி'யோ எனக்கூறத்தோன்றும். இம்மாதிரியான ஆய்வு முன்னேற்றங்களை தாவரவியலில் நாம் இன்னும் அடையவில்லை.



படம் 1

பஞ்சனன் மகேஷ்வரி

திசு வளர்ப்பு வளர்ந்து வரும் தனித்துணையியலே ஆயினும், மற்ற அறிவியல்களிலிருந்தும் தனித்து நிற்காமல் உள்ளமைப்பியல், செல்லியல், செயலியல், மரபியல், அமைப்புத் தோற்றவியல், உயிரிவேதியல் (Biochemistry), மூலக்கூறு உயிரியல் (Molecular Biology), தாவர நோயியல் (Phytopathalogy) போன்ற துணை இயல்களுடன் நெருங்கிய உறவுகொண்டு திசு வளர்ப்பின் முக்கியத்துவத்தை அவை உணரும்படி செய்துள்ளது. அத்துணையியல்களுக்கும் திசு வளர்ப்பிற்கும் உள்ள உறவை ஆங்காங்கு எடுத்துக் கூறினும் இப்புத்தகத்தில் நாம் திசு வளர்ப்பை கருவியலர் நோக்கில் (Embryologist's point of view) காண்போம்.

தாவரங்களில் இயற்கையாக நடக்கும் தோற்றம், வளர்ப்பு, முன்னேற்றம், அமைப்புத் தோற்றம் முதலியனவற்றைப் பரிசோதனைக் கூடத்தில் நிகழ்த்திக் காட்ட முடியுமா? அப்படிச் செய்ய முடியுமாயின் அப்போது இயற்கையிலுள்ள வழிமுறைகளே அந்நிகழ்ச்சிகளில் பின்பற்றப்படுகின்றனவா? சோதனைக் கூடங்களில், திசு வளர்ப்பிற்குக் கிடைக்கும் இயற்பியல், வேதியியல் காரணங்களை நம் விருப்பம் போல மாற்ற முடியுமா?' இவற்றை நம் விருப்பம்போல் மாற்றி வளர்முறையில் மாறுதல்களைச் செய்ய முடியாதா? இம்மூன்று வினாக்களுக்கான விடைகளே திசுவளர்ப்பின் அடிப்படையாகும். இதன் பயனாகக் கிடைத்த பலன்கள், எதிர்பார்க்கும் பலன்கள்பற்றிப் பிரிதோரிடத்தில் காண்போம்.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

Gautheret, R. J.1, 942.—'Manuel technique de culture des tissus' Vègètaux'. Paris Masson.

———, 1959.—'La culture des tissus Vègètaux'. Paris.

White, Ph. R., 1943.—'A Hand-book of Plant Tissue Culture' Jacques Cattell Press. Lancaster, Paris.

———, 1954.—The cultivation of Animal and Plant Cells'. Thames and Hudson, London.

2. சோதனைக்கூடமும் கருவிகளும்

திசு வளர்ப்புப் பற்றிய சோதனைகளை ஆரம்பிக்குமுன் அதற்குத் தேவையான சோதனைக்கூடம், கருவிகள் பற்றி எண்ணுதல் அவசியம். சோதனையின் சாதனைக்கு உறுதியாயிருப்பது சோதனைக் கூடமே. சோதனைகள் அமைக்கும்பொழுது நமது பொருளாதார, இடவசதிகளையும் கருத்திற் கொள்ளல் வேண்டும். மிகவும் விலையுயர்ந்த கருவிகள் தேவைப்படுமோ என்ற ஐயப்பாட்டினால், திசு வளர்ப்புச் சிரமமானது, சிக்கலானதென்று ஒரு கருத்து நிலவுகிறது. இது முற்றிலும் உண்மையல்ல. எனினும், கீழ்க்கண்ட தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்யும் வகையில் சோதனைக் கூடம் அமைதல் வேண்டும்.

1. திசு வளர்ப்பிற்குத் தேவையான ஊட்டக் கரைசலைத் தயாரிக்கவும், அவற்றை நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்து, பின்னர் சேமித்து வைக்கத் தக்கதாக இருக்கவேண்டும்.

2. கருவிகளையும் கண்ணாடிக் கருவிகளையும் சுத்தம் செய்து நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்ய தகுதியுள்ளதாக இருக்க வேண்டும்.

3. திசுக்களை நச்சுட்டமில்லாத (aspetic) முறையில் ஊடகத்திற்கு மாற்றத்தக்கதாக இருக்க வேண்டும்.

4. ஊடகத்திலுள்ள திசுக்களை, கட்டுப்பாட்டிற்குட்பட்ட சூழ்நிலையில் வளர்க்கத் தக்கதாக இருத்தல் வேண்டும்.

5. வளரும் திசுக்களை, பரிசோதனைக்கேற்றவாறு, வெளியில் எடுத்தோ, கண்ணாடி வழியாகவோ ஆராய வசதியுள்ளதாக சோதனைக்கூடம் இருத்தல் வேண்டும். இவற்றிற்கு, ஒவ்வொரு ஆராய்ச்சி நிலையத்திலும் பல அறைகள் கிடைப்பது அரிதாகையால், கிடைக்குமிடத்தை முற்றிலும் பயனுள்ளதாகச் செய்து

கொள்வதே சாலச் சிறந்ததாகும். பரிசோதனைகளின் குறிக்கோளைப் பொறுத்து அதிகமான உபகரணங்களும் சோதனை அறைகளும் தேவைப்படலாம். திசு வளர்ப்பைத் தோற்றுவிக்கத் தேவையானவற்றை மட்டும் இவ் வத்தியாயத்தில் காண்போம்.

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள தேவைகளில், முதலிரண்டிற்கும் ஒரு அறையையோ அறையின் பாகத்தையோ பயன்படுத்தலாம். இதை ஊடக அறை (medium room) என்றழைக்கலாம்.

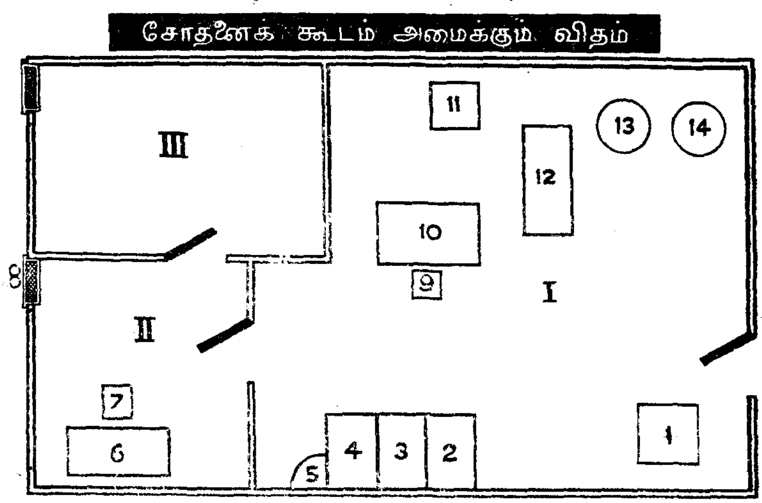
இவ்வறையில், கண்ணாடிக் கருவிகளையும், கொள்கலங்களையும் சுத்தம் செய்ய வசதிகள் செய்து கொள்ளவேண்டும். ஒரு சுவரின் பக்கமாக மூன்று தொட்டிகளை (sink) அமைக்கலாம். இவற்றிலொன்று, அமிலங்களைப் பயன்படுத்தினாலும் கெடாதவாறு பாலிதின் (polythene) போன்ற மூடியுடன் கூடிய தொட்டியாக இருக்கவேண்டும். எல்லாக் கொள்கலங்களையும் குரோமிக் அமிலமும் சல்ஃபூரிக் அமிலமும் கொண்ட கலவையில் (chromic acid—sulphuric acid mixture) சுத்தம் செய்து, அதனின்றும் எடுத்து, இடையிலுள்ள தொட்டியில், நீரில், கழுவவேண்டும். முடிந்தால் கொதிக்கும் நீருக்கு ஏற்பாடு செய்யலாம். மூன்றாவதில், வடித்த நீரில்(distilled water) சுத்தம் செய்யவேண்டும். பின்னர், பாத்திரங்களிலுள்ள நீரை வடிய வைத்துவிடவேண்டும். சில கருவிகளை வெப்பக் காற்று அடுப்பில் (hot-air oven) சுமார் 1 மணி நேரத்திற்கு 150° செ. வைத்து நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்து எடுக்க வேண்டும். வசதியுள்ளோர் சோதனைகளின் நுட்பத்தைப் பொறுத்து, பிப்பெட் முதலியவற்றை உலரவைக்க திட்டமிகு காற்றை அல்லது அதிக அழுத்தக் காற்றை (compressed air) உபயோகிப்பர். குரோமிக் அமிலம்-சல்ஃபூரிக் அமிலம் கலவையை அடிக்கடி உபயோகிக்காமல் துப்பரவு செய்யும் (detergent) கரைசல்களைக்கூட ஓரளவிற்கு சில ஆராய்ச்சிக் கூடங்களில் பயன்படுத்துகின்றனர்.

ஊடகம் தயாரிக்கத் தேவையான மேஜையை, தொட்டிகளை அடுத்து, இடைவெளி விட்டு, வைத்துக்கொள்ளலாம். இதிலுள்ள இழு அறைகள் (drawers) சில அவசியமான கருவிகளையும், குறிப்பேடுகளையும் வைக்க உதவும்.

அறையின் மற்றொரு புறமாக வெப்பக் காற்று அடுப்பு, ஆட்டோகிளேவ் (autoclave) தராசுகள், குளிர்சாதனப்பெட்டி முதலியவற்றை உபயோகத்திற்கு வசதியான வகையில், வைத்துக் கொள்ளலாம். மேலும் இவ்வறையின் ஓரங்களிலோ இடையிலோ அலமாரிகளை வைத்துத் தராசுகளை நோக்கிக் காற்றடிப்பதையும்,

ஊடகம் தயாரிக்குமிடத்தில் அதிகமான நடமாட்டத்தையும் தடை செய்யலாம். இவ்வலமாரிகளில் வேதியியற் பொருள்களையும், கருவிகளையும், உபகரணங்களையும் வைத்துக்கொள்ளலாம்.

நன்கு சுத்தம் செய்யப்பட்ட கண்ணாடிச் சாமான்களும், வேதியியற் பொருள்களும் தராசுகளும் ஒரே அறையிலிருப்பதால் சௌகரியமாக ஊடகத்தைத் தயாரிக்கலாம்.



படம் 2

சோதனைக்கூடம் அமைக்கும் விதம்

I. ஊடக அறை, II. செயல்முறை அறை, III. வளர்ப்பு அறை.

1. தண்ணீர் வடிகட்டப் பயன்படும் உபகரணம், 2 அமிலங் கொண்ட தொட்டி, 3. குழாய்நீர் பயன்படுத்த தொட்டி, 4. வடித்த நீருடன் கூடிய தொட்டி, 5. நீர் வடிய பயன்படும் அமைப்பு, 6. இன்குலேஷன் பெட்டி, 7. நாற்காலி, 8. குளிர் சாதனம் (Air-conditioner), 9. நாற்காலி, 10. மேஜை, 11. தராசு, 12. அலமாரிகள், 13. குளிர் சாதனப்பெட்டி, 14. ஆட்டோ கிளேவ் (இது எண் 1) உடன் இடம் மாறியுமிருக்கலாம்.

இவ்வறைக்குப் பக்கத்திலேயே மற்றோர் அறையிருந்தால் மற்ற மூன்று தேவைகளுக்கும் வசதியாயிருக்கும். ஊடக அறையிலிருந்தே இவ்வறைக்கு வழியிருப்பின் நல்லது. இவ்வறையின் அமைப்பும் தூய்மையும் நமது வெற்றிக்கு முக்கிய தூண்களாகும். இந்த அறையை முன்னறை, பின்னறை என்று பிரித்துக் கொள்ளல் அவசியம். வெளியிலிருந்து கதவைத் திறந்தவுடன் வெளிக்காற்று நேராக உள்ளறைக்குச் செல்லாமலிருக்கவும், மற்றும் தூசு, தூசு உட்புகாமல் தடுக்கவும், தேவையில்லாதோர் உள் நுழைவதைத்

தவிர்க்கவும், சோதனையிலீடுபடுபவர் தேவையாயின் உடை மாற்றம் செய்துகொள்ளவும், கைகளைக் கழுவிக்கொள்ளவும் முன்னறை பயன்படும். இந்த அறையை செயல் முறை அறை (operation room) என்று அழைக்கலாம். இது, தயாராகவுள்ள ஊடகத்தில் திசு வளர்ப்பிற்குட்படுத்தும் செடியின் பாகங்களை மாற்றுமிடமாகும். திசுக்களைக் களைந்து மாற்றுவதும், செடியி னின்றும் வெவ்வேறு பாகங்களைப் பிரித்தெடுத்து ஊடகத்திற்கு மாற்றுவதும் இங்கு செய்யப்படுவதால் செயல்முறை அறையென்று இதனை அழைப்பது மிகப் பொருத்தமேயாகும். இதற்கு, படத்தில் (படம்-3அ) காட்டியிருப்பது போன்ற இனுகுலேஷன் பெட்டியில் (inoculation chamber) செயல்முறையைக் (operation) கையாளலாம். பின்னறையில் திசுக்கள் கொண்ட கொள்கலங்கள் வைக்கப்படுகின்றன. திசுக்களை வளர்க்கும் இவ்வறையை வளர்ப்பு அறை (culture room) என்று அழைக்கலாம். வளர்ப்பு அறையும் செயல்முறை அறையும் கட்டுப்பாட்டுக்குட்பட்ட வெப்பம், ஒளி, காற்று, ஒப்பு ஈரப்பதம் (relative humidity) ஆகியவை கொண்டிருத்தல் முக்கியமானதாகும். இவ்வறையை குளிர்சாதன வசதியுடையதாகச் செய்வதே சிறந்தது.

நம் பொருளாதார, இடவசதிகள், ஆராய்ச்சியின் அளவு, தன்மை, உபயோகப்படுத்தும் கொள்கலங்கள் முதலியவற்றைப் பொறுத்து இவ்வறைகளின் அளவு பற்றியும் உள்ளமைப்பு பற்றியும் வரையறை செய்து கொள்ளலாம்.



படம் 3-அ, ஆ

அ. இனுகுலேஷன் பெட்டி, ஆ. வளர்ப்பு அறையின் ஒரு தோற்றம்

இப்பொழுது நமது சோதனைக் கூடம் தயாராகிவிட்டது. (படங்கள் 2, 3 ஆ). இனி, ஊடகம் தயாரிப்பதற்கும், திசு

மாற்றம் செய்யவும், மற்ற சோதனைகளுக்குத் தேவையான பொருள்கள், கருவிகள் பற்றியும் கவனிப்போம். ஆராய்ச்சியின் குறிக்கோளைப் பொறுத்துத் தேவைப்படும் வேதியியல், உயிர் வேதியியல் பகுப்பாய்வு நுண்நோக்கி(Microscope)தேர்வாராய்ச்சி, உள்ளமைப்பையறியப் பயன்படும் நுண்நறுக்கு கருவி (Microtome) போன்ற உபகரணங்களும் அதையொட்டியவைகளும் இங்கு விளக்கப்பட்டுள்ளன.

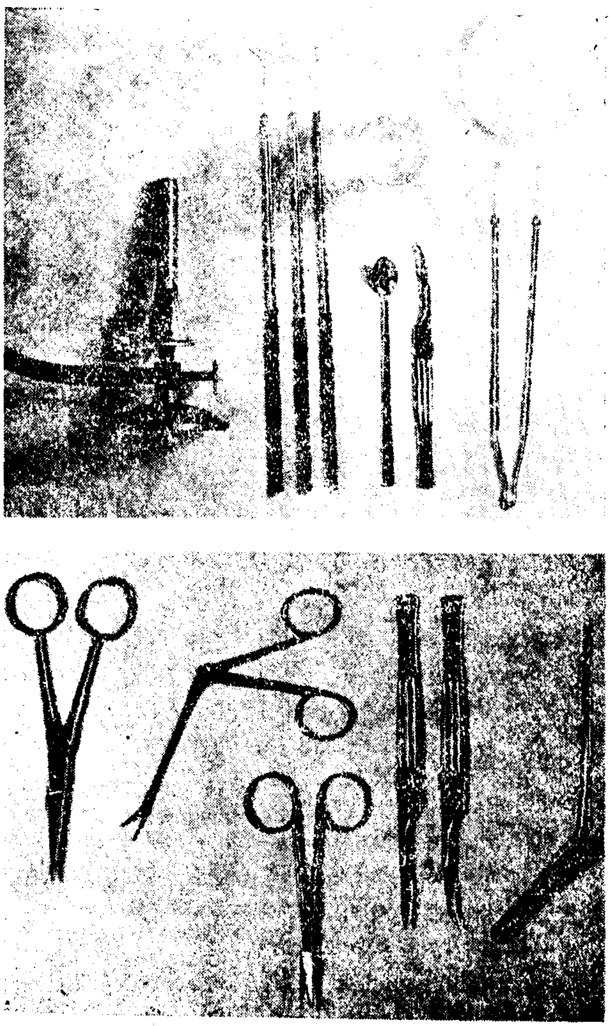
கருவிகளும் உபகரணங்களும்

1. குளிர் சாதனப் பெட்டி
2. ஆட்டோகிளேவ்
3. வெப்பக் காற்றடுப்பு
4. இஞ்குலேஷன் பெட்டி
5. ஹைக்ரோகிராஃப் (Hygrograph)
6. தெர்மோகிராஃப் (Thermograph)
7. செய்ட்ஸ் (Seitz) போன்ற வடிகட்டிகள்
8. கார்க் துளைப்பான்கள் (Cork borers) வெவ்வேறு அளவில்
9. ஸ்கால்பெல் (Scalpel)
10. சாராய விளக்கு (Spirit Lamp)
11. புற ஊதா விளக்கு (Ultra violet lamp)
12. கத்தரிக்கோல் (வெவ்வேறு அளவில்)
13. இடுக்கிகள் (Forceps) வெவ்வேறு வகை
14. ஊசிகள் (Needles) பலதரப்பட்டன.
15. பிளாட்டின வளையங்கள் (Platinum loops)

கண்ணாடிப் பொருள்கள்

1. குடுவைகள்-Flasks வெவ்வேறு அளவுகள்
2. அடி தட்டையான, திருகு மூடியுள்ள சிறு குடுவைகள், வெவ்வேறு அளவுகள்
3. எர்லென்மேயர் குடுவைகள் (Erlenmeyer flasks)
4. காற்றின் பரும அளவுக் குடுவைகள் (Volumetric flasks)
5. அளவு ஜாடிகள் (Measuring jars)
6. பாஸ்டர் (Pasteur) பிப்பெட்கள், அளவு குறியிட்ட பிப்பெட்கள், பியூரட்டுகள் (Burettes)
7. சோதனைக் குழாய்கள் (1″×6″) (Test tubes)

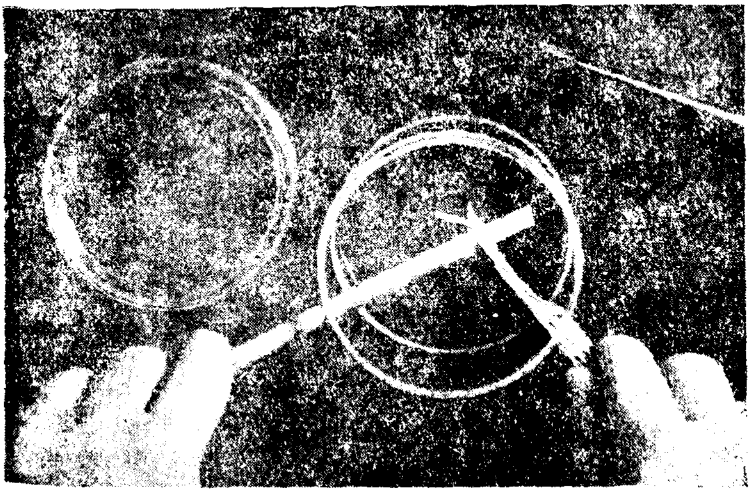
8. தொங்கு நிலை செல் வளர்ப்பிற்குப் பயன்படும் தனிப்படச் செய்த குடுவைகள் (Suspension cell culture flasks)
9. மூடியுடன் கூடிய பீக்கர்கள்
10. எனாமல் தட்டுகள் (Enamel plates)
11. பெட்ரி தட்டுகள், கண்ணாடிச் சிற்றிதழ்கள் (Petri dishes)



படம் 4-அ

அ. திசு வளர்ப்பிற்குப் பயன்படும் கருவிகளும் செய்முறையும்

முக்கியமான கண்ணாடிப் பொருள்கள், கருவிகள் பற்றிய பட்டியல் மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது. வேறு சில சாதாரண மாக எல்லா சோதனைக் கூடங்களிலும் கிடைக்கக்கூடிய பொருள் கள் பற்றி இங்கு குறிப்பிடப்படவில்லை. திசு வளர்ப்பில் உபயோ கப்படுத்தும் சில கருவிகளை படம் 4-ல் காணலாம். இவற்றைப்



படம் 4-ஆ

ஆ. திசு வளர்ப்பு செய்முறையில் ஒரே தோற்றம்

பயன்படுத்து முறைபற்றிக் கூறத்தேவையில்லை. அவசியத்தைப் பொறுத்து, ஒவ்வொருவரும் அக்கருவிகளின் உபயோகத்தை அறிந்துகொள்வர்.

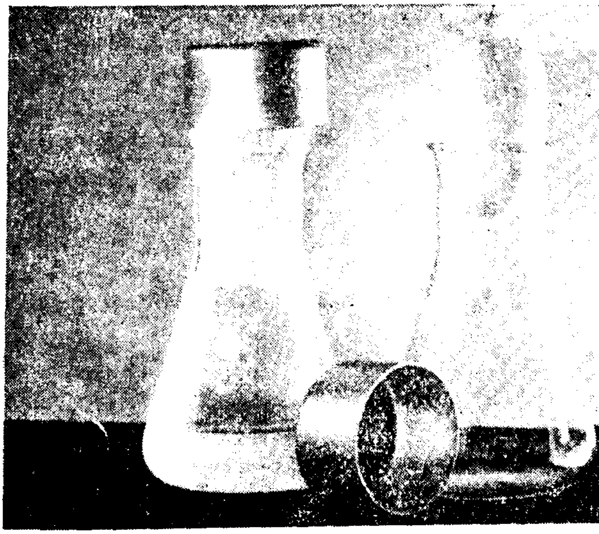
3. நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம்

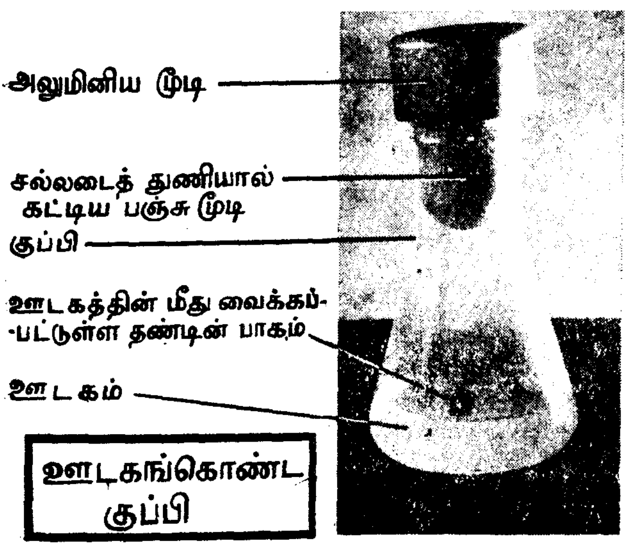
திசு வளர்ப்பின் வெற்றி, சோதனைக் கூடத்தின் சுத்தத்தையும், ஊடகம், கருவிகள் ஆகியவற்றின் நோய் நுண்மை தீர்வாக்கத் தன்மையையும் பொறுத்துள்ளது எனக் கண்டோம். இவ்வறைகளில் அதிக நடமாட்டமில்லாமல் வைத்திருத்தல் வேண்டும். வளர்ப்பு அறையையும், முடிந்தால் செயல்முறை அறையையும் குளிர் சாதன வசதியுள்ளதாக்குதல் அவசியம். இனுகுலேஷன் பெட்டியை புற ஊதா விளக்கின் உதவியால் நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யலாம். விளக்கின் சக்தியைப் பொறுத்து, திசு மாற்றம் செய்யுமுன், விளக்கையேற்றி போதிய காலமானவுடன் அணைத்துவிட வேண்டும். திசு மாற்றம் செய்யும்பொழுது வேலை செய்வோரின் கைகளும் சுத்தமாக இருத்தல் வேண்டும். விளக்கு எரியக் கூடாது.

திசு வளர்ப்பு அறை, செயல்முறை அறை இனுகுலேஷன் பெட்டியெல்லாம் சுத்தமாக இருப்பதாக எடுத்துக்கொண்டு மற்ற முன்னெச்செரிக்கையான நடவடிக்கைகளைக் கவனிப்போம்.

3-1. கண்ணாடி கொள்கலங்கள், கருவிகள், ஊடகங்கள் ஆகியவை நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யப்பட வேண்டும். திசுக்களையும் செடியின் பாகங்களையும் ஊடகத்திற்கு மாற்றப்பயன் படும் இந்தக் கருவிகள் பற்றி முன் அத்தியாயத்தில் குறிப்பிட்டுள்ளோம். அவற்றை வடிதாள் (filter paper) சுற்றி வெப்பக் காற்றடுப்பில் 150° செ. ல் சுமார் 1 மணி நேரம் வைத்திருந்தால் போதும். ஊடகங்களைப் போல இவற்றையும் ஆட்டோகிளேவ் செய்யக் கூடாதா என்ற கேள்வியெழுவது இயற்கையே. இப்படிச் செய்தால் உலோகங்களால் செய்த இந்தக் கருவிகளில் ஈரம்பட்டு துருப்பிடித்து, நுனிகள் மழுங்கும். அதேபோல், வெப்பக் காற்றடுப்பைப் பயன்படுத்தும்பொழுது, 170° செ.-க்கு மேலும் வெப்பம் அதிகரித்தால் காகிதம் கருகிப் போகலாம். இவ்வாறு வெப்பக் காற்றடுப்பின் மூலம் நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்தபின்

இனுகுலேஷன் பெட்டிக்குள் வைத்து, புற ஊதா விளக்கொளி படும்படி வைக்கலாம். திசு மாற்றம் செய்யும்பொழுது ஒரு முறை உபயோகித்த கருவியைக் கொதிக்கும் நீரில் நனைத்துப் பயன்





படம் 5

ஊடகங்கொண்ட குப்பி

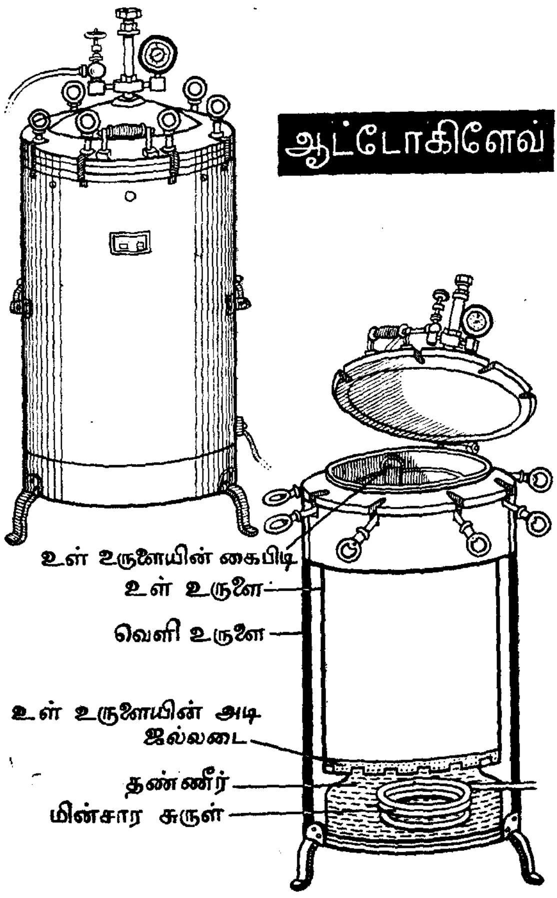
படுத்தலாம். மாற்றுமுறையாக ஆல்கஹாலில் நனைத்து சாராய விளக்கில் காய்ச்சி உபயோகப்படுத்தலாம்.

ஊடகங் கொண்ட குப்பிகள், சோதனைக் குழாய்கள், பிப்பெட், செய்ட்ஸ் வடிப்பான், தண்ணீர் முதலியவற்றை ஆட்டோகிளே வின் உதவியால் நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யலாம். குப்பிகள், சோதனைக் குழாய்களின் வாய்களைப் பஞ்சு கொண்டு மூடுவர். எனினும் பஞ்சை ஒரு ஜல்லடைத்துணியில் கட்டி மூடியாக உபயோகித்தலே சிறந்தது. அதிகமாக ஆவியாவதைத் தடுக்க அதன்மீது ஓர் அலுமினிய மூடியை வைத்தல் நலம். (படம்-5).

3-2. மின்சார வெப்பத்தாலோ, புன்ஸன் அடுப்பாலோ, அல்லது கணப்பு அடுப்பாலோ சூடு செய்யும் வகையான ஆட்டோ கிளேவ்கள் (மார்க்கெட்டில்) சுலபமாக விலைக்குக் கிடைக்கின்றன. மேலும் கிடைமட்ட வகை, செங்குத்தான வகையென இரு மாதிரி களுள்ளன. ஆட்டோகிளேவ் என்பது கடுவெப்பமும், உயர் உள் அழுத்த நிலையுங்கொண்ட வலிமை வாய்ந்த பெருங்கொப்பரை யாகும். எல்லா வகைகளிலும் வேலை செய்யும் அடிப்படை ஒன்றே. ஆகையால், ஒரு செங்குத்தான வகை ஆட்டோகிளேவை எப்படி உபயோகிப்பதெனப் பார்ப்போம்.

ஆட்டோகிளேவினுள் அடித்தளத்திற்குப் பக்கத்தில், சூடு செய்யும் (மின் அடுப்பு தடுப்புக் கம்பிகள்)மின் அடுப்பு கம்பிச்சுற்று (heating element) அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அம் மட்டத்திற்குச் சிறிது உயரம்வரை வடித்த நீரை ஊற்றி உள் உருளையை (inner cylinder) வைக்கவேண்டும். இந்த உருளைக்குள்தான் ஆட்டோ கிளேவ் செய்யவேண்டிய பொருள்களை வைக்கவேண்டும். ஊடகங்களுடைய குப்பிகளையும் சோதனைக் குழாய்களையும் ஜல்லடைப் பாத்திரத்திற்குள் வைத்து, பின்னர் உள் உருளைக்குள் வைத்தால் சுலபமாக வெளியில் எடுக்க முடியும். பிப்பெட்டுகளை ஆட்டோகிளேவ் செய்யும்பொழுது அவற்றின் நுனியில் பஞ்சைப் பொருத்தி, ஒவ்வொரு பிப்பெட்டையும் தனித்தனியாக இருக்கும் படி காகிதத்தில் சுற்றி வைக்கவேண்டும். ஆட்டோகிளேவிற்குள் வைக்க வேண்டியவற்றையெல்லாம் வைத்தபின் அதன் மூடியை கெட்டியாக மூடவேண்டும். அதற்காக உள்ள திருகுகளில், எதிர் எதிராக உள்ளவற்றைச் சிறிது சிறிதாகத் திருகி மூடவேண்டும். பின்னர் நீரைக்கொதிக்க வைத்தால் மூடியின் மீதுள்ள துவாரத் தின் வழியாக நீராவி வெளிவரும் (படம் 6). ஒரு சில விநாடிகள் நீராவி வெளிவந்தபின் இந்த நீராவிப்போக்கியின் துளையை

அதற்கான திருகு மூலம் மூடிவிடவேண்டும். இதனால் ஆட்டோ கிளேவினுள் நீராவியின் அழுத்தம் அதிகரிக்கும். இதை மூடியின்

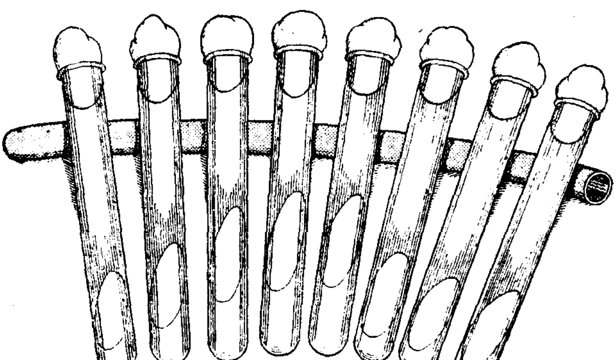


படம் 6
ஆட்டோகிளேவ்

மீதுள்ள கருவிமூலம் அறியலாம். அதன் முள் (pointer) சிகப்புக் குறியிட்ட இடத்தையடைந்தால் 15 பவுண்டு அழுத்தம் உள்ளே யுள்ளதென்று அறியலாம். அதே அழுத்தத்தில் சுமார் 5-15 வினாடிகள் நிலையாக இருக்கும்படி அதற்கான திருகின் உதவி கொண்டு சரிசெய்ய வேண்டும். ஒரு முறை இத்திருகுவைச் சரியான விதத்தில் வைத்துவிட்டால் பின்னர் ஆட்டோகிளேவ்

செய்யும்பொழுது மாற்றுதலோ மறுபடியும் சரிசெய்யவேண்டிய அவசியமோ இல்லை. (சில ஆட்டோகிளேவில் இந்த சிவப்புக் குறியில்லாமலுமிருக்கலாம்) இதன்பின் மின்சார ஓட்டத்தை நிறுத்தினால் அழுத்தம் மெதுவாகக் குறைந்து பூஜ்ய அழுத்தத்தை அடையும். உடனே மூடியைத் திறந்து பொருள்களை வெளியிலெடுக்கலாம். எதிரெதிரேயுள்ள திருகுகளைத் தளர்த்தி மூடியைத் திறத்தல் வேண்டும். ஆட்டோகிளேவின் வெப்பம் குறையும் வரை மூடியைத் திறந்தே வைத்திருக்க வேண்டும். சுருங்கச் சொன்னால், பல வீடுகளில் பயன்படுத்தும் உயர் அழுத்தச் சமையற்கருவியின் (pressure cooker) தத்துவம்தான் இதிலுள்ளது. ஆட்டோகிளேவிற்குப் பதிலாக இதையேகூட உபயோகப்படுத்தலாம்.

சில சோதனைக் குழாய்களில் சாய்வு நிலையமைப்பு (slanting type) தேவையாயிருக்கும். ஆட்டோகிளேவினின்றும் அகார் ஊடகங்களைக்கொண்ட சோதனைக் குழாய்களை வெளியிலெடுத்தவுடன் ஓர் இரப்பர் குழாயின் (rubber tube) மீது சோதனைக் குழாய்களின் வாய்ப்பகுதி சுமார் ஓர் அங்குலம் உயர்ந்திருக்குமாறு வைத்தால், ஊடகம் திடநிலையையடைந்தவுடன் சாய்வு நிலைக்குழாய்கள் (slant tubes) தயாராயிருப்பது தெரியும் (படம்-7.)



சாய்வு நிலை குழாய்கள்

படம் 7

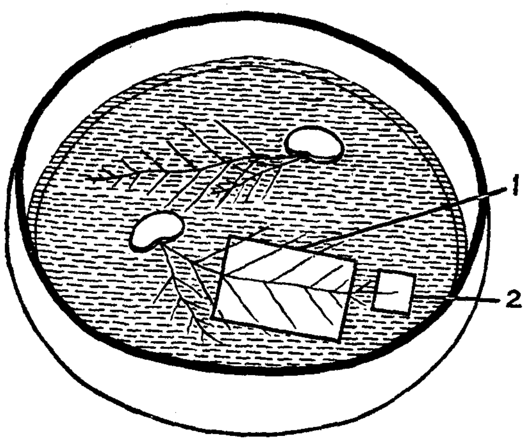
சாய்வுநிலை குழாய்கள்

ஊடகத்தில் சேர்க்கும் எல்லா பொருள்களையும் ஆட்டோகிளேவ் செய்து நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்ய இயலாது. ஏனெனில் சில புரதங்கள் வைட்டமின், அமினோ அமிலங்கள் (amino acids) மற்றும் செடியின் பிழிப்புகள் (extract) முதலியனவற்றை ஆட்டோகிளேவ் செய்வதால் வீரியம் குறைவடையக்

கூடும். இதைத் தவிர்க்க செய்ட்ஸ் பெர்க்ஃபெல்டு (berkefeld), சேம்பர்லாண்டு (chamberland), பாஸ்டர் வடிப்பான்களில் ஏதேனுமொன்றை உபயோகிக்கலாம். மில்லிபோர் (millipore) வடிப்பான்களை உபயோகித்தால் வடிகட்டும் சவ்வை (membrane) உபயோகித்தபின் எறிந்துவிடலாம்.

3-3. திசு வளர்ப்பிற்குட்படுத்தும் செடியின் பாகங்களையும் நோய் நுண்மைத் தீர்வாக்கம் செய்தல் வேண்டும்.

செடிகளின் வேர் நுனிகளைத் திசு வளர்ப்பிற்குட்படுத்த, முதலில் விதைகளை நோய்நுண்மைத் தீர்வாக்கி, முளைக்க வைத்து, வேர்களைப் பிரித்து எடுத்து, ஊட்டகத்திற்கு வேரின் வேண்டிய பாகத்தை மாற்றவேண்டும். வேரின் நுனியோ, ஏதோவொரு பாகத்தையோ எடுத்து வளர்க்கவேண்டும். (படம் 8) இன்னும்



படம் 8

கண்ணாடி சிற்றகலில் விதை முளைத்தல்

1. திசு வளர்ப்பிற்கு வேரின் பகுதி வெட்டி எடுத்தல்
2. வேரின் நுனியை திசு வளர்ப்பிற்கு பிரித்தெடுத்தல்

சிக்கலான முறைகளை சிலர் கையாளுகின்றனர். உதாரணமாக, பட்டாணி வேரிலிருந்து கேலஸைப் (callus) பெற, நாற்றுகளை IAA (Indole acetic acid) கொண்ட ஊட்டக் கரைசலில் வளர்த்தனர். இதனால் சாற்றுக் குழாய் கேம்பியத்தில் (vascular cambium) பகுப்புகள் அதிகரித்தபின் அக் கேம்பியத்திசுவைப் பிரித்தெடுத்து திசு வளர்ப்பிற்குப் பயன்படுத்தினர். எம் முறையைக் கையாண்டாலும்-வேர் நுனி அல்லது வேர்த்திசு விதைகளை

நன்கு நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்தல் வேண்டும். இதே முறையைத்தான் தண்டுநுனி, இலை, மஞ்சரி, பூ, பூவின் பாகங்கள், திசுக்கள் முதலியவற்றை திசுவளர்ப்புச் செய்யக் கையாள வேண்டும்.

நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் ஒரு சிரமமான காரியமாகும். ஏனெனில் ஒரே முறையை, செடியின் பல பாகங்களுக்கோ, ஏன், பல செடிகளின் குறிப்பிட்ட ஒரு பாகத்திற்கோகூட பயன்படுத்த முடியாது. உதாரணமாக, புரோமின் (bromine) கலந்த நீரில் தக்காளி விதைகளை நோய் நுண்மைத் தீர்வாக்கம் செய்யலாம். இதையே மற்ற விதைகளுக்குப் பயன்படுத்தினால் விதைகள் முளையா. ஆயினும் வேறு முறைகளினாலாவது விதைகளுக்கு தூய்மைக் கேடு (contamination) உண்டாகாமல் தடுத்தல் வேண்டும். எல்லாவற்றையும் மிகக் கவனமாகச் செய்தாலும், 25-40 சதவிகிதம் தூய்மைக் கேட்டினால் பாதிக்கப்படுவது இயற்கையேயாதலால் மனந்தளராமல் பரிசோதனையில் ஈடுபட வேண்டும்.

இந்த வெளிப்புற நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் எவ்வாறு செய்யப்படுகிறதென்று சில தாவரங்களில் காண்போம். தாவரங்களின் திசுக்கள் சாகாமலும் தாவரங்களின் மீதுள்ள பாக்டீரியா போன்றவற்றால் தோன்றும் தூய்மைக் கேடுகளை அழிக்கும்படியாகவும் இது இருத்தல் வேண்டும். இதற்காகப் பயன்படுத்தும் பல கரைசல்களில் குளோரின் (chlorine) கலந்துள்ளது.

இவ்வாறு வெளிப்புற நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்ய நுண்ணுயிர் முரண்பொருள்களை (antibiotic) உபயோகப்படுத்தலாமேயென்ற எண்ணம் தோன்றும். இவற்றில் சிலவற்றை பென்சிலின் (pencillin), பேசிடிரேசின் (bacitracin), டெராமைசின் (terramycin) போன்றவை-குறிப்பிட்ட செறிவுரை (concentration) (*100 மி. கி/லி.*) செடியின் திசுக்களைப் பாதிக்காமல் நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்ய உபயோகப்படுத்தலாம். அதே சமயத்தில், பென்சிலின், பயோமைசின் (biomycin) கிரிஸிமின் (grisemin) போன்ற நுண்ணுயிர் முரண் பொருள்களைச் செய்ட்ஸ் வடிப்பான் மூலம் வடித்து, சிலர் ஊடகத்துடன் சேர்ப்பர். மாண்டாண்ட் (Montant, 1957) ஊடகத்துடன் பென்சிலினைச் சேர்த்து, யூஃபோர்பியா (**Euphorbia**) தண்டுகளை வளர்த்தார். ஸ்டிகெல் (Stichel, *1959*) குறிப்பிட்டுள்ளது போல, சைக்லமென் (**Cyclamen**) கிழங்குகளை வளர்க்க ஆரியோமைசின் (Aureomycin) பயன்படுத்த வேண்டும். தொங்குநிலை வளர்ப்பிலும் ஊட்டக் கரைசலுடன் நுண்ணுயிர் முரண்பொருள் சிலரால் சேர்க்கப்படு

கிறது. (டுலெக்கி, நிக்கல் : Tulecke and Nickell, 1960 ; பிர்னெ & கோஹ், 1960. Byrne and Koch, 1962).

எனினும் நுண்ணுயிர் முரண்பொருள்களை எப்பொழுதும் கையாள முடியாது. சிலவற்றில், தாவரங்களின் திசுக்களைக் கொல்லுமளவிற்கு அவற்றின் செறிவிருந்தாலும் பாக்டீரியாக்களை அழிக்கமுடியாத நிலையுள்ளது. மேலும், திசுக்களின் வளர்ச்சியை காலஞ் செல்லச் செல்ல, இவை கெடுத்துவிடுகின்றன. மற்று மொரு குறைபாடு அதனிடமுண்டு. அதன் செயல் ஒரு குறுகிய வரையறைக்குள் மாத்திரமே யுண்டு. ஆனால் செடிகளின் மீதுள்ள மாசுகளோ பல வகைப்பட்டன. நுண்ணுயிர் முரண்பொருட்களை உபயோகித்து நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்ய வேண்டுமாயின் ஒரு சில நுண்ணுயிர் முரண்பொருள்களை ஒன்று சேர்த்தோ அல்லது பலவகைப்பட்ட பாக்டீரியா தூய்மைகேடுகளை அழிக்கும் சக்தி வாய்ந்த ஒரு நுண்ணுயிர் முரண்பொருளையோ தேர்ந் தெடுக்க வேண்டும். கிரிஸெமின் என்ற பொருள் ஒரு வகையில் இந் நிலையில் பயன்படலாம்.

கீழ்க்கண்டவற்றைப் பயன்படுத்தியும் வெளிப்புற நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யலாம். சுலவைதூள் (bleaching powder) :-

இத்தூள்களை உபயோகிக்க வேண்டிய கால அளவும் கரை சலின் செறிவும் தாவரத்தின் பாகங்களைப் பொறுத்து மாறுபடும்.

விதைகள் 35 கி./லி.	10-15 நிமிடங்கள்
தண்டின் நுனி 50 கி. லி.	15 நிமிடங்கள்
சதைப்பற்றுள்ள வேரின் திசுக்கள் 90 கி./லி.	20-25 நிமிடங்கள்
லிக்னின் கொண்ட தண்டுகள் 90 கி./லி.	15-30 நிமிடங்கள்
இளந்தண்டு, பூண்டின் தண்டு 90 கி./லி.	5-10 நிமிடங்கள்

விதைகளைச் சலவைத்தூள் கரைசலில் வேண்டிய நேரத்திற்கு குலுக்கிக் கொண்டே வைத்திருந்து பின்னர் வடித்த நீரில் 4-5 முறை கழுவ வேண்டும். இனி விதைகளை நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யப்பட்ட கண்ணுடி சிற்றகல்களில் வடிகட்டிய நீரால் நனைக்கப்பட்ட காகித வடிப்பான்கள் மீது முளைக்க வைக்கலாம்.

கால்சியம் ஹைப்போகுளோரைட்டு (Calcium Hypochlorite)

வைட்டும் மற்றையோரும் பெரும்பாலும் இதையே பயன் படுத்தினர். 5-70% கரைசலை வெவ்வேறு நேரத்திற்கு தாவரங்

களின் பாகங்களைப் பொறுத்து உபயோகப்படுத்தப்பட்டது. உதாரணமாக, 30 கி./லி. என்ற செறிவிலுள்ள கரைசலை வேறுபட்ட காலநேரத்திற்கு உபயோகப்படுத்தி விதைகளை நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்ய வேண்டும்.

1. பைசம் சடைவம் (Pissum sativum)—4 - 5 மணி
2. ஃபேசியோலஸ் வல்காரிஸ் (Phaseolus vulgaris)—5 மணி
3. ஸியா மெய்ஸ் (Zea Mays)—8 மணி
4. டிரைஃபோலியம் பிராடென்ஸி (Trifolium pratense)-24 மணி
5. ரேப்பானஸ் சடைவஸ் (Raphanus sativus)—30 நிமிடம்

பெரணிகளின் ஸ்போர்களை நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யுமுன் நீரில் நனைத்து வடிகட்டிய பின், 60 கி./லி. கொண்ட கால்சியம் ஹைப்போ குளோரைட்டு கரைசலில் 20 நிமிடங்கள் குலுக்கிக் கொண்டே வைத்திருந்து பின்னர் வடிகட்டிய நீரில் நன்கு சுத்தம் செய்து முளைப்பதற்குத் தயாராக்க வேண்டும். பூவின் மொட்டுக்களை (buds) 70% எதனுலில் (ethanol) நனைத்தெடுத்து வடிகட்டிய கால்சியம் ஹைப்போகுளோரைட்டு கரைசலில் சுமார் மூன்று நிமிடங்கள் குலுக்கிக்கொண்டே வைத்திருந்து, நன்முக வடிகட்டிய நீரில் கழுவிச் சுத்தம் செய்ய வேண்டும். பின்னர் மொட்டுகளைத் திறந்து பூவின் உள் உறுப்புகளையும் மகரந்தத் தூள்களையும் திசுவளர்ப்பிற்குப் பயன்படுத்துவர். முதிர்ந்த, ஆனால் வெடிக்காத காய்களை தனி ஆல்கஹாலில் ஒரு வினடி நனைத்து, கரைசலில் நனைத்தெடுத்துக் கழுவிய பின்னரே திறக்கவேண்டும்.

மெர்க்குரிக் குளோரைடு (Mercuric chloride)

குறைந்த செறிவில் மெர்க்குரிக் குளோரைடு நல்ல பலனை அளிக்கிறது. 1%—0·1% வரையுள்ள செறிவு சிறந்ததெனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இதை உபயோகப்படுத்த வேண்டிய கால நேரமும் மாறுபடுகிறது. 0·1% செறிவில்.

விதைகள் :

பைசம் சடைவம்		**8 வி.**
ரேஃபானஸ் சடைவம்		**8-20 வி.**
டிரிட்டிகம் (Triticum) சிற்றினம்		**20 வி.**
சதைப்பற்றுள்ள வேர்க்கிழங்குகள்	**கேரட்**	**15 வி.** **15-20 வி.**

தண்டின் திசுக்கள் புகையிலை	8 வி.
வின்கா ரோசியா (Vinca rosea)	20 வி.
ராவுல்ஃபியா செர்பிண்டினு (Rauwolfia serpentina)	8 வி.
இலைகள் லெம்னு	0-5 வி.
தண்டின் நுனி உருளைக் கிழங்கு	3 வி.
தக்காளி	1-5 வி.
புகையிலை	12 வி.

ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடும் (hydrogen peroxide) சிற்சில சமயங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

மேலும் பல வகைகளிலும் நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யப்படுகின்றன. பெரிய விதைகள், காய்கள், காரட் வேர்களை எதனுலில் நனைத்து சுடரில் காட்டி நோய் நுண்மைத் தீர்வாக்கம் செய்யலாம். எனவே திசுவைப் பொறுத்து, பழக்கத்தின் பயனுக வெவ்வேறு முறைகளில் நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யலாம். வேர்களையும் கிழங்குகளையும் சோப்பு கலந்த வெந்நீரில் பிரஷ்ஷால் தேய்த்துக் கழுவிப் பின்னர் நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்வோரு முண்டு.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்

Byrne, A. F. & Koch. R. B., 1962.—'Food production by submerged culture of Plant Tissue cells'. Science 135: 215-216.

Montant, ch. 1957.—'Essais de culture **in vitro** de fragments de tige d' **Euphorbia characias**'. London

C. r. hebd, Séanc. Acad Sci, Paris 151 : 391-392.

Stichel, Ern. 1959.—'Gleichzeitige Induktion von Sprossen und Wurzeln **in an** vitro kultivierten Gewebestücken von **Cyclamen persicum**'. Planta 53 : 293-317.

Tulecke, W. & Nickell, L. G. 1960.—'Methods, Problems and Results of Growing Plant Cells under submerged conditions'. Trains. N.Y. Acad. Sci. **22**: 196-206.

4. ஊட்டம், வளர்சிதை மாற்றம், ஊடகம்

உயிருள்ள செல்களையோ, செடிகளின் பாகங்களையோ திசு வளர்ப்பின்கீழ் கொண்டுவரும்பொழுது அவற்றிற்கு எந்தவித மான ஊட்டச்சத்து அளிக்க வேண்டுமென்ற பிரச்சினையெழு கின்றது. விலங்குகளின் செல்களை வளர்ப்பதற்குத் தேவைப் படுவது போன்ற மிகவும் சிக்கலான ஊடகம் இங்கு தேவையில்லை. சில தாவரங்களின் திசுக்கள் ஒரு சில கனிமப் பொருள்களும் சர்க்கரையும் சேர்ந்த ஊட்டக் கரைசலிலேயே வளரமுடியும். இதனால் நம் முன்னுள்ள பிரச்சினை சுலபமானதென்ற முடிவுக்கு வந்துவிடக் கூடாது. வெவ்வேறு திசுக்கள்-ஏன்-ஒரே செடியின் வெவ்வேறு பாகங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட கேலஸ் திசுக்கள் கூட மாறுபட்ட ஊடகங்களிலேயே வளருகின்றன.

ஊடகத்தில் சேர்க்கவேண்டிய ஊட்டச் சத்து, காற்றுக்குழாய் கள் வழியாகச் செல்லும் உணவுப் பொருள்களைப் போன்றதா யிருக்க வேண்டுமென ஓர் எண்ணம் தோன்றும். ஆனால், இத் தாவரச்சாறு திசுவளர்ப்பிற்குப் போதுமானதல்ல. விலங்கு களைப் போலல்லாது, தாவரத் திசுவளர்ப்பு ஆரம்பித்த காலத்தி லிருந்தே அறிவியலார் செயற்கை ஊடகத்தைப் பயன்படுத்தி வருகின்றனர். அவர்கள், இயற்கையில் வளரும் ஒரு செடிக்குத் தேவையானது போன்ற ஊட்டச்சத்துக்களை ஊடகத்தில் சேர்த் தனர். ஆயினும் இது ஒரே வகையானதாக இல்லை. குறிப்பிட்ட சில வேதியியற் பொருள்கள் கொண்ட ஊடகம் எல்லா திசுக் களுக்கும் ஏற்றதாக இராது. எனவே ஊடகம் எவ்வாறிருந்தால் திசுக்களை நன்கு வளர்க்க முடியுமென்றறிய முயற்சிகள் மேற் கொள்ளப்பட்டு வருகின்றன. பச்சையமுள்ள கேலஸ் திசுக்களை அங்கக கார்பன்-மூலம் (carbon source) இல்லாமலே வளர்க்கலா மெனக் கருதினர். ஆயினும் போதிய வெளிச்சமும், கேலஸ் திசுவில் நிறையப் பச்சையமும் இருந்தபோதிலும் அது வெளியி லிருந்து சர்க்கரையை எதிர் பார்க்கிறதெனக் கண்டறியப்பட்டது. (ஹில்டெபிராண்ட், வில்மர் ஜான்ஸ் மற்றும் ரிக்கர், (Hildebrandt,

Wilmar, Johns and Riker, 1963). இதே போன்று தளராத முயற்சியால் பல நுட்பங்களைக் கண்டறிந்ததின் காரணமாக, ஊடகத்தில் எத்தகைய பொருள்களை எந்த அளவில் சேர்க்க வேண்டுமென ஓரளவு கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

திசு வளர்ப்பிற்குத் தேவைப்படும் ஊட்டச்சத்தின் தன்மை அத்திசுக்கள் எவ்வளவு தூரம் தொகுப்பு உள் ஆற்றல் கொண்டிருக்கின்றன என்பதைப் பொறுத்தது. ஒரு குறிப்பிட்ட திசுவிற்கு- உதாரணமாக, திசு வளர்ப்பிலுள்ள தண்டு நுனி அல்லது கேலஸ் திசு-தேவையான ஊட்டச்சத்தைக் கொண்டு அத்திசுவை அளித்த முழுத் தாவரத்தின் ஊட்டச்சத்துபற்றி முடிவு செய்வது கூடாது. கேலஸ் திசு என்பது அதன் அமைப்பிலும் செயலிலும் முழுத் தாவரத்தின் திசுக்களுடன் ஒப்பிடும்படியாக இருக்காது. வேறு விதமாகக் கூறவேண்டுமாயின், ஒரு செடியிலிருந்து பெற்ற கேலஸ் திசுவின் அமைப்பையும் செயலையும் கொண்டு அத்தாவரத்தின் தன்மையினை அறுதியிட்டுக் கூறமுடியாது. மேலும் கேலஸ் திசு ஒவ்வொரு சிற்றினத்திற்கும் தனித்தன்மையுடையது.

மேலே குறிப்பிட்டுள்ளதுபோல கேலஸ் திசுவும், முழுத் தாவரமும் ஊட்டத் தன்மையில் மாறுபடுகிறது. அவ்வாறு நெருங்கி ஒப்பிட முடியாமலிருப்பதால், திசு வளர்ப்பின் ஊட்டத் தன்மை நமக்கெவ்வாறு செயலியலில் உதவுமென்ற ஐயப்பாடு தோன்றலாம். ஆயினும் சிலவகைகளில் நமக்கு அவை உதவக் கூடும். இயற்கையில் வாழும் செடிகளின் மீதோ அதைச் சார்ந்தோ நுண் உயிரிகள் வாழ்கின்றன. அதனால் சில சமயங்களில், செடிகள்தான் தங்கள் செயலியலால் பெற்றன எனக்கருதும் பொருள்கள் உண்மையிலேயே பாக்டீரியா போன்ற இந்த நுண்ணுயிர்களால் கிடைப்பனவேயாகும். உதாரணமாக, தாவரங்களின் பிழிப்பிலிருந்து கிடைக்கும் IAA, தாவரத்தின் பொருள் அல்லவென்றும், அதன் மீது உயிர்வாழும் பாக்டீரியாக்களிலிருந்து பெறப்பட்டதெனவும் கூறப்படுகிறது. (Libbert et at, லிபெர்ட் குழுவினர் 1966). மேலும் தாவரத்திலிருந்து கிடைக்கும் சில நொதிப்பொருள்கள் (enzyme), டிரிப்டோஃபனை (tryptophan) IAA-வாக மாற்றும் என்பதும் சரியல்ல. அது பாக்டீரியாக்களாலேயே நடைபெறுகிறது (திம்மன் குழு Thimann et at 1967). எனவே, IAA-வானது டிரிப்டோஃபனிலிருந்துதான் உயிரினத் தொகுப்பு (biosynthesis) செய்யப்படுகிறதென்று கருத்தை மறு பரிசீலனை செய்வது சாலச் சிறந்ததாகும். இது போன்ற பணிகளில் திசுவளர்ப்பின் முக்கியத்துவம் தெரிகிறது. கேலஸ் செல்கள் நோய் நுண்மை நீர்வர்க்கம் செய்யப்பட்டிருப்பதால் திசுக்களால்

வெளியிடப்படும் வளர்சிதை மாற்றப்பொருள்கள் அல்லது மெட்டாபோலைட்கள் (metabolite) என்னவென்றும் அறியலாம். மேலும் ஊட்டச்சத்தின் தன்மைகளை மாற்றி அதனால் ஏற்படும் வளர்சிதை மாற்றத்தையும், அமைப்புகளில் ஏற்படும் மாறுபாடுகளையும் கவனிக்கலாம்.

ஊடகம் என்பதென்ன ? ஊடகம் என்பது ஒரு சில அத்தியாவசியமான அனங்கக உப்புக்கள்-பெருவூட்ட, சிறுவூட்டப் பொருள்கள்-தரசங்கள் முதலியன கொண்டவை. அவற்றை வடிகட்டிய நீரில் கலந்து, அகார் (agar) சேர்த்தோ, இல்லாமலோ ஊடகத்தை தயாரிக்கின்றனர். அகார் கலந்திருந்தால் அதை திட ஊடகமென்றும் (solid medium) அகார் இல்லாவிட்டால் நீர்ம ஊடகமென்றும் (liquid medium) அழைப்பர். வைட்டமின்கள், அமினோ அமிலங்கள், வளர்வூக்கிப் பொருள்கள் (growth promoting substances) முதலியனவும் தேவைப்படலாம். இவ்வளர்வூட்டப் பொருள்கள் இயற்கையாகத் தோன்றுவதாகவோ தொகுக்கப்பட்டதாகவோ இருக்கலாம். திசு வளர்ப்பிற்குத் தேவையான ஊடகத்தைக் கொண்டு திசுக்களை மூன்று விதமாகப் பிரிக்கலாம்.

1. வளர்வூட்டப் பொருள்கள், வைட்டமின்கள் போன்றவை தவிர்க்கப்பட்டுக் குறைந்த அளவு வேதியியல் பொருள்களுடன் கூடிய ஊடகத்தில் திசுக்கள் வளர்ந்தால் அதை ‘குறை ஊடகம்’ (minimal medium) வேண்டுவன.

2. வளர்வூட்டப் பொருள்கள் கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்வனவற்றை ‘ஆக்ஸின்கள் விரும்பிகள்’

3. ஆக்ஸின்களுடன் கைனின் (kinin) உள்ளவற்றை ‘கைனின் விரும்பிகள்’ என்றும் சொல்வர்.

பல ஆண்டுகள் ஆராய்ந்தபின் நாப்பும் (knop) உஸ்பென்ஸ்கியும் (Uspenski) கண்டறிந்த ஊட்டக் கரைசலை திசு வளர்ப்பிற்குகந்ததர்க முறையே காதெரெயும் வைட்டும் திருத்தியமைத்து, இன்று அவர்கள் பெயரில் இந்த ஊடகங்கள் அழைக்கப்படுகின்றன. வேர்களை வளர்க்க வைட் பயன்படுத்திய ஊடகம் கேலஸ் வளர்ப்பதற்காகப் பலராலும் கையாளப்பட்டது. ஆயினும் ஆராய்ச்சியின் முடிவுகள் அதிகம் கிடைக்கக் கிடைக்க இத்தகைய ஊடகங்களில் மாற்றம் தேவையென அறியப்பட்டது. பொட்டாசியம், நைட்ரஜன் போன்றவற்றை அதிகரித்தலும் பாஸ்ஃபரஸை குறைத்தலும் அதிகரித்தலும், கேல்சியத்தின் செறிவைக் குறைத்தலும் ஒரு சில மாற்றங்களாகும். ஊடகங்

களில் யாரேனும் ஒரு அறிவியலார் மாற்றம் செய்து நல்ல பலனை யடைந்தால் அதனை அவரது மாற்றியமைக்கப்பட்ட ஊடகம் என்றழைப்பர். உதாரணமாக, வைட் உபயோகித்த வளர் ஊட்டப் பொருள்கள் கொண்ட ஊடகத்தை வைட் ஊடகம் (white's medium : சுருக்கக் குறியீடு WM) என்பர். இது போன்ற ஊடகத்தை அடிப்படை ஊடகம் (basic medium: சுருக்கக் குறியீடு B.M.) என்றழைப்பர். இதில் மாற்றங்கள் செய்து, அரங்கசாமி (Rangaswamy, 1961) உபயோகப்படுத்தினர். இது மாற்றி யமைக்கப்பட்ட வைட் ஊடகம் (modified white's medium) எனப் படும். இதுவே பெரும்பாலும் டில்லி சர்வகலாசாலையிலும் இன்னும் சில வெளிநாட்டுச் சோதனைக் கூடங்களிலும் உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது. வைட்டின் ஊடகத்துடன் இன்டோல் அசெடிக அமிலம் (IAA) சேர்த்தால் WM+IAA என்று குறிப் பிடுவர். இனி ஊடகங்களில் சேர்க்கப்படும் பொருள்களும் வளர் சிதை மாற்றமும் பற்றி சிறிது காண்போம்.

அகார் (Agar)

இந்த பாலிசேக்கரைடு கடற்பாசியிலிருந்து கிடைக்கிறது. இது பல உருவத்தில்-செதில்கள் (flakes), தூள்கள்-விற்பனையி லுள்ளது. பல்வேறு விற்பனை நிலைய அகார்களிலும், டிஃப்கோ (difco) அகாரே சிறந்ததெனப் பலரும் கருதுகின்றனர். அகார், ஊடகத்திற்குத் திடத் தன்மையளிப்பதோடல்லாமல் ஊட்டச் சக்தியையும் ஓரளவு அளிக்கிறதெனக் கூறப்படுகிறது, ஊடகத் தில் இதன் செறிவு எவ்வளவு இருக்கவேண்டுமென்பது திசு வளர்ப்புப் பொருளையும் பரிசோதனையையும் பொறுத்தது (ஒரு லிட்டருக்கு 10 கிராம் வரை). பெரணிகளில், கரு வளர்ச்சிக்குத் திரவ ஊடகமே மேலெனஅபிப்பிராயப்படுகின்றனர். (டி மாகியோ வும் வெட்மோரும்: De Maggio and Wetmore, 1961).

அனங்கக ஊட்டம் (Inorganic Nutrition)

பெருவூட்டப் பொருள்கள்

நைட்ரஜன் தவிர இதர பொருள்களால் ஏற்படும் பலனையும் அவை ஊடகத்தில் இல்லாவிடின் என்ன நேரும் எனவும் தெளிவாக வரையிட்டுக் கூறமுடியாது. சல்ஃபேட், சல்பைட் என்ற இரண்டு பொருள்களும் ஒரே மாதிரியான சல்ஃபரின் பலனைத் தருவதாகக் கூறப்படுகிறது. சிஸ்டெய்ன் (cysteine), மெத்தியோனைன் (methionine), குளுடாதையோன் (glutathiones) முதலியவற்றை சல்ஃபர் மூலதனமாக உபயோகப்படுத்தலாம். சிஸ்டெய்னின்

எஸ். ஹெச் தொகுதியின் (SH group of cysteine) பலனை முதலில் வைட் (1932) அறிவித்தார். அதைத் தொடர்ந்து அதனை காதெரெட்டும் (Gautheret, 1942) நோபெகோர்ட்டும் (Nobecourt, 1937) கேரட் திசுவிற்கும், நோர்டனும் போலும் (Norton and Boll, 1954) தக்காளித் திசுவிற்கும் உபயோகப்படுத்தினர். பைசியா கிளாகாவில் (Picea glauca), மெலானின் (melanin) தோன்றுவதால் திசு வளர்ப்பு செய்ய இயலவில்லை. எஸ். ஹெச் கூட்டுப்பொருள்களான குளுடாதையோன், டை எதில் டைதயோ கார்பனேட் (Diethyldithiocarbonate), எதில்க்ஸேந்தேட் (Ethyl xanthate) உபயோகப்படுத்தி இத்தடையை நீக்கினர் (ரைனர்ட்டும் வைட்டும், (Reinert and White, 1956). ஆயினும் இதே முறையைக் கையாண்டு மெலானிஞல் ஏற்படும் சிரமத்தை ராவுல்ஃபியா செர்பின்டினவில் நிவர்த்திக்க முடியவில்லை.

மற்ற பெருவூட்டப் பொருள்களின் தேவையும் திசுக்களின் செயலியல் முறைகளைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன. வைரஸ்வழி தோன்றிய கட்டித்திசு பாஸ்பரஸை அதிகம் விரும்புகிறது. சுறு சுறுப்பாக வளரக்கூடிய இளந்திசு மிகுதியாக பொட்டாசியத்தை நாடுகிறது. முதிர்ச்சியடைந்த திசுக்கள் அதிகமான கால்சியத்தை எதிர்பார்க்கின்றனவென அறிகிறோம். மேலும் இப்படிப்பட்ட வெவ்வேறு பொருள்களின் தேவையை இங்கு விவரிக்காமல் ஹெல்லரின் கருத்துரையுடன் இப்பகுதியை முடிக்கலாம். திசு வளர்ப்பின்பொழுது நைட்ரஜன், பொட்டாசியம், கால்சியம், மெக்னிஸியம், சல்ஃபர், ஃபாஸ்ஃபரஸ் முதலியன ஊடகத்தில் இல்லாவிட்டால் கேலஸ் திசு வளர்வது நின்று விடுவதோடல்லாமல் துணை வளர்ப்புச் செய்யும்பொழுது (subculture) இறந்துவிடும்.

சிறுவூட்டப் பொருள்கள் (Micronutrients)

திட ஊடகத்தில் இதன் பயன் அதிகமாக இல்லை. ஏனெனில் அகாரிலேயே ஓரளவு சிறுவூட்டப் பொருள்களும் ஒரு சில பெருவூட்டப் பொருள்களும் உள்ளன. ஆனால், தேவையான பொருள்கள் வேண்டிய அளவில் இருக்குமெனக் கூறமுடியாது. தேவையான சிறுவூட்டப் பொருள்களைச் சேர்த்துவிடுவதே மேலானது. திரவ ஊடகத்துடன் சிறுவூட்டப் பொருள்கள் சேர்ப்பது அத்தியாவசியமானது. சிறுவூட்டப் பொருள்களும் அவற்றின் அளவுகளும் ஊடகத்தையும், வளர்க்கும் திசுவையும் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன. ஹெல்லர் (Heller, 1953) கண்டறிந்த சிறுவூட்ட முறை சாலச் சிறந்ததென காதெரெ (1959) கருதுகிறார்.

இரும்புச் சத்துக்களின் முக்கியத்துவம்பற்றிப் பலரும் குறிப்பிட்டுள்ளனர். பொதுவாக அதை ஃபெர்ரிக் குளோரைடு என்ற

உருவகத்தில் ஊடகத்துடன் சேர்க்கப்படுகிறது. ஆயினும் EDTA (ethylene diamintetra acetate) ஆகச் சேர்ப்பதை சிலர் சிபாரிசு செய்கின்றனர். வெவ்வேறு பி.ஹெச் (PH) அளவில் வெவ்வேறு உருவகத்தில் பயன்படுத்தலாமெனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. ஸ்டிரீட், Street 1957) ஃபெர்ரிக் குளோரைடு என்ற அமைப்பில் 5·2லும், ஃபெர்ரிக் டார்ட்ரேட் (Ferric tartrate) டாக 6·0விலும் எதிலின்டையாமின் டெட்ர அசெட்டேட் (EDTA) அயன உப்புக்களாக அதிக பி.ஹெச்சிலும் (7·2) ஊடகத்துடன் சேர்க்கலாமெனக் காணப்பட்டுள்ளது. பின்னதை 4·5—8·0 வரையான பி. ஹெச்சில் திருப்திகரமான முறையில் உபயோகிக்கலாம் (ஹானே, ஃப்லெட்ச்சர், ஸ்டிரீட் Hannay, Fletcher and Street 1959) ஃபெர்ரிக்சத்தின் பணி செல்பகுப்படைதலிலும், சுவாசிக்க உதவும் நொதிகளின் வேலைகளிலும், நியுக்ளியஸினுட்பட்ட (intranuclear) வளர்சிதை மாற்றத்திலும் உணரப்பட்டுள்ளது. இது குறைந்தால் RNA (ribonucleic acid) ரிபோநியுக்ளிக் அமிலம் உருவாக்கம் தடைபட்டு நியூக்ளியஸிலும் சைட்டோபிளாசத்திலும் RNA அளவு குறைவதோடல்லாமல் புரதச் சேர்க்கை (protein synthesis), மைடாஸிஸ் பகுப்படைதல் ஆகியவற்றிற்கு இடரும் ஏற்படுகின்றன. (ஆபோட் Abbott, 1963)

செல் விரிவடைவதில் மாங்கனீஸ் முக்கிய பணியாற்றுகிறது. இதன் அளவு குறைந்திருந்தாலும் ரிபோநியூக்ளியோ புரதத்துகள் தடைபடுகிறதெனக் காட்டப்பட்டுள்ளது (லேட்டில்டன், Lyttleton 1960). மாங்கனீஸ் இல்லாத குறையை மக்னீசியம் தீர்க்கமுடியாது. ஹான்னே, ஃப்லெட்ச்சர், ஸ்டிரீட் (1959) போன்றோர் மாங்கனீஸ்-மக்னீசியம் அளவு வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்க எவ்வாறிருக்க வேண்டுமெனக் குறிப்பிட்டுள்ளனர். மாங்கனீஸ் குறைவதால் செல் விரிவடைதலும் சாற்றுக்குழாய் வேறுபாடடைதலும் தடைபடுகின்றன.

போரன், அயோடின், மாலிட்டினம், தாமிரம், துத்தநாகம் இவற்றின் அவசியம் உணரப்பட்டு அவையும், அவை போன்ற மற்ற சிறுவூட்டப் பொருள்களும் ஊடகத்துடன் சேர்க்கப்படுகின்றன.

நைட்ரஜன் ஊட்டம்

நைட்ரஜன் ஊட்டமும் வளர்சிதை மாற்றமும் பற்றி மூன்று பகுதிகளில் காணலாம்.

1. அங்கக, அனங்கக நைட்ரஜன் பொருள்கள் எவ்வாறு திசு வளர்ப்பில் திசு, உறுப்புக்களின் நைட்ரஜன் தேவைகளை அளிக்கின்றன.

2. வெளியில் ஊடகத்துடன் சேர்க்கப்படும் அமினோ அமிலங்களும் அதைச் சார்ந்த கூட்டுப்பொருள்களும் எவ்வாறு வளர்ச்சியில்-தூண்டுவன, தடுத்துப் பாதிப்பனவாகவும் (inhibitor) பங்கு கொள்கின்றன.

3. எவ்வாறு இயங்கா நிலையடைந்த (quiescent) செல்களிலும், நன்கு வளரும் பகுப்படையும் செல்களிலும் புரதச் சேர்க்கைகளும் அதன் பலனும் இருக்கின்றனவென்று ஒத்திட்டுப் பார்க்கலாம்.

1-அ. அனங்கக நைட்ரஜன் தன்மயமாதலில் பலரும் நைட்ரேட்டையே பயன்படுத்துகின்றனர். நைட்ரைட்டுகள் அப் பணியை நிகழ்த்த முடியாது. குறைந்த செறிவில் பயனற்ற தாகவும் அதிகச் செறிவில் நச்சாகவும் நைட்ரைட்டு விளங்குகிறது. அம்மோனியம், நைட்ரைட்டை விட மேலானதெனக் கூறின் அது நைட்ரேட்டைப்போல சிறந்ததெனப் பொருளல்ல. சில கேலஸ் திசுக்களில் அம்மோனியம் சேர்த்ததில் அது தக்க பலனளிக்கவில்லையென கண்டறியப்பட்டது (ஹெல்லர் 1953—54). நைட்ரஜன் மூலமளிக்க ஊடகத்துடன் அம்மோனியத்தையும் நைட்ரேட்டையும் சேர்த்து ஒப்பிட்டு பார்த்ததில், இனங்களிடையேயும், சூழ்நிலைக் காரணங்களின் செல்வாக்கும் குறிப்பிடத்தக்க வித்தியாசங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. (ஸ்ட்ரீட், ஷீட் ஆகியோர் Street & Sheat, 1958) பொதுவாக பி. ஹெச் மதிப்பு நடுநிலைக் கருகில் இருந்தால்தான் பலனுண்டு எனக் கருதப்படுகிறது. சில திசுக்களில் அம்மோனியம் ஊறுவிளைவிக்கக் கூடியதாகவுள்ளது. அதே சமயத்தில், இளநீர் சேர்க்கப்பட்ட ஊடகத்தில் அம்மோனியமிருந்தால், நைட்ரேட்டையும்விட அதில் திசுக்கள் வேகமாக வளர்கின்றன. புரதம், அமினோ அமிலச் சேர்க்கைக்குத் தேவையான நைட்ரஜன் மூலத்தை அம்மோனிய உப்புகள் அளிக்கின்றன. கரு வளர்ப்பில், நைட்ரேட் அம்மோனியாவைவிடச் சிறந்ததென அமெமியா குழுவினர் (Amemiya et al 1956) கூற, அமோனியா, யூரியா இவற்றைவிட நைட்ரைட் நெற்பயிர்களில் மேலானதென ரிஜ்வென் (Rijven, 1952) குருஸிஃபெர்களில் (Crucifers) அபிப்பிராயப்பட, இரண்டுமே சிறந்ததென ஹாரிஸ் (Harris 1956) அவினு (avena)வில் எடுத்துக்காட்ட, இவையனைத்தையும் ஆராயும் பொழுது, அதன் பலன் தாவர இனத்தைப் பொறுத்திருக்கிறதெனக் கொள்ளலாம்.

ஆ. அமினோ அமிலங்களில் சிக்கலான சேர்மங்கள் அல்லது இயற்கையாகக் கிடைக்கும் அமினோ அமிலங்கள் செறிந்த பெப்டோன் (peptone) கேசின் ஹைட்ரோலிசேட் (casein

hydrolysate) யீஸ்ட்பிழிப்பு (yeast extract) போன்றவைகள் நைட்ரஜன் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்ய முடியும். இதைச் சூரிய காந்தியின் தளிர்முண்டு கட்டித்திசுவிலும் (crown-gall tumour tissue) மக்காச்சோள எண்டோஸ்பெர்ம் திசு வளர்ப்பிலும் ஹாரீடியம் (hordeum) ஊமத்தம், கேப்செல்லா (capsella) கருவளர்ப்பிலும் இன்னும் பலவற்றிலும் கண்டறிந்துள்ளனர்.

இ. அமினோ அமிலங்கள், வளர்ச்சியின் அளவை அதிகரிக்கப் பயன்பட்ட போதிலும் சில சமயங்களில் தேவைக்கு அதிகமாகப் பொருள்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. யீஸ்ட்பிழிப்பு, கேசின் ஹைட்ரோலிசேட் அல்லது தக்காளிச்சாறு உபயோகப்படுத்துவதற்குப் பதில் எல்-ஆஸ்பராஜின் (L-asparagine) போதுமானது. பதினெட்டு அமிலங்கள் செய்யும் பணியை எல்-குளுடாமைன் (L-Glutamine) செய்ய முடியும்.

அமினோ அமிலங்களும் இதன் வழிப்பொருள்களுமின்றி இன்னும் சில நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருள்கள், முக்கியமாக. நியூக்ளிக் அமிலத்தொகுப்பு சம்பந்தப்பட்ட பொருள்கள், திசு வளர்ச்சிக்கு இன்றியமையாததாகவோ அல்லது வளர்ச்சியை அதிகரிக்கக் கூடியதாகவோயுள்ளன. யூராஸில் (uracil), அடினேன் (adenine), அடினோஸின் (adenosine), ஹைபோஸாந்தின் (hypoxanthine), குவானின் (guanine), சைட்டோஸின் (cytosine), தைமின் (thymine) போன்றவைகள் இத்தகைய கூட்டுப் பொருள்களிலுள்ளன.

தனித்துள்ள அமினோ அமிலங்கள் சக்தியற்றவையாக இருந்தாலும், அமினோ அமிலங்களின் கலவை, உயிர்மப்பெருக்க வளர்ச்சியில் (Proliferation) அளவை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. ஸ்கூக் (Skoog) அமினோ அமிலங்களின் கலவை பற்றி குறிப்பிடும் பொழுது, அதிலுள்ள குளுடாமிக், ஆஸ்ப்பார்ட்டிக் அமிலங்களே காரணமென்கின்றார். சில சமயங்களில் அமினோ அமிலங்களின் கலவைகூட நைட்ரஜன் தேவையை அளிக்க இயலாமலிருக்கலாம். ஆனால் நைட்ரேட் கூடிய ஊடகத்துடன் அதைச் சேர்த்தால் அது வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கிறது. ஹீலியாந்தஸ் ஆனுவஸ் (Helianthus annuaws), ஹீ. டியூபரோசஸ் (H. tuberosus) போன்றவற்றின் திசு வளர்ப்பில் அலனின் (alanine), குளுடாமிக் அமிலம், ஆஸ்ப்பார்ட்டிக் அமிலம் (aspartic acid), குளுடாமின் அல்லது யூரியா முதலியவை நைட்ரஜன் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்ய முடியும். யூரியாவைவிட சிறிது அதிக பலனளிப்பது குளுடாமின் என்பது ஸ்ட்ரீட்டும் மற்றையோரும் கொண்டுள்ள கருத்தாகும்.

2. மேலேயுள்ள பகுதியிலேயே அமினோ அமிலங்கள், நைட்ரஜன் ஆகியவை அளிக்கும் ஆற்றல் பற்றிச் சிறிது குறிப்பிட்டுள்ளோம். தனித்த அமினோ அமிலங்கள் மாத்திரமோ அவற்றின் கலவையோ நைட்ரஜனை அளிக்கலாம். நைட்ரேட்டுள்ள ஊடகத்துடன் அக் கலவையைச் சேர்த்தும் வளர்ச்சியை அதிகரிப்பது பற்றியும் கண்டோம். கான்ஸ்டாபெல் (Constabel, 1958) 12 அமிலங்களைச் சேர்த்தும், ரைய்னர்ட்டு (Reinert, 1959) 18 அமிலங்களைச் சேர்த்தும் வெற்றி கண்டனர். சில சமயங்களில், வேண்டிய அளவு நைட்ரஜனை அளிக்கும் ஆற்றலற்ற குறைந்த செறிவிலுள்ள அமினோ அமிலங்கள் வளர்ச்சியைத் தடுத்துப் பாதிப்பனவாகவுள்ளன. இதை வேர் வளர்ப்பிலும் திசு, உறுப்பு வளர்ப்பிலும் பலர் அறிந்துள்ளனர். (ஸ்டீவர்டு, போலார்டு, பாட்செட், விட்கார்ப் : (Steward., Pollard., Patchett and Witkop, 1958 ; டேவிட் 1958). அதேபோல தனித்தளிக்கப்பட்ட அமினோ அமிலங்களின் தடுத்துப் பாதிக்கும் ஆற்றல் பற்றி நிட்ச், நிட்ச் (1957), ஸ்டிரீட் குழுவினரும் மற்றையோரும் கூறியுள்ளனர்.

அமினோ அமிலங்களின் ஊக்குவிக்கும் ஆற்றலும், தடுத்துப் பாதிக்கும் தன்மையும் அவற்றின் செறிவு, மாறுபட்ட செயலியல் முறை, திசுக்களைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன. தளிர் முண்டுக் கட்டிகளின் திசுக்களில் ஹிஸ்டிடின் (histidine) லியூஸின் (leucine), டிரிப்ட்டோஃபேன் டைரோசின் (tyrosine) மற்றும் சில அமினோ அமிலங்களை நைட்ரஜன் மூலமாக உபயோகிக்க முடியாமலிருக்கிறது. ஆனால் அலனின், கிளைஸின் (glycine), ஆர்ஜினைன் (arginine), குளுடாமிக் அமிலம் (glutamic acid) ஆஸ்ப்பார்ட்டிக் அமிலம், அஸ்பராஜின் (asparagine) போன்றவை ஓரளவு நைட்ரேட்டை ஈடு செய்ய முடியும். நிட்ச், நிட்ச் இருவரின் அபிப்பிராயப்படி எல்-புற அமைப்பு அமினோ அமிலங்கள்தான் நைட்ரஜனை அளிக்கப் பயன்படுமேயன்றி டி-புற அமைப்பு உள்ளவையல்ல.

ஸ்டீவர்டும் அவர் குழுவும் (1952, 54, 55, 58, 59), கேசில் ஹைட்ரோலிசேட், இளநீர், 2, 4-D, ஆகியவை சேர்ந்த ஒத்த கூட்டுச் செயல்-(சினர்ஜிஸ்டிக் செயல்) (synergistic action) எவ்வாறு பலனளிக்கிறதெனக் கேரட், உருளைக்கிழங்கு திசுக்களின் மூலம் கண்டுள்ளனர்.

சுருங்கக் கூறின், அமினோ அமிலங்கள் தனியாகவோ, கலவையாகவோ, நைட்ரேட் இருந்தாலும், இல்லாவிட்டாலும் திசுக்களுக்கு நைட்ரஜன் அளித்து வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கிறது. ஆயினும் தடுத்துப்பாதிக்கும் சக்தியையும் அவை பெற்றிருக்-

கின்றன. இவை இயங்கும் தன்மை அவற்றின் செறிவு, செயலியல் நிலை, திசுவின் தன்மை, சூழ்நிலை போன்ற காரணிகளைப் பொறுத்திருக்கின்றன.

3. இயங்கா நிலையிலுள்ள செல்களிலும் நன்கு வளரும் செல்களிலும் புரதச் சேர்க்கை எவ்வாறு நடைபெறுகின்றனவென்றறிய ஸ்டீவர்டு குழுவினர் மிகுந்த ஆர்வத்தைக் காட்டியுள்ளனர். ஸ்டீவர்டு, தாம்ப்ஸன், போலார்டு 1958 (Steward, Thompson, and Pollard, 1958); ஸ்டீவர்டும், பிட்வெல்லும், 1958; ஸ்டீவர்டு, பிட்வெல் மற்றும் யெம் (Yemm, 1958), இந்த ஆராய்ச்சியின் முடிவுகளைக் கீழ்க்கண்டவாறு சுருங்கக் கூறலாம்.

(அ) நன்கு வளரும் செல்களில் புரதச் சேர்க்கை மிகவும் அதிகமாகவிருக்கும்.

(ஆ) செல்களிலுள்ள அதிகமான தன்னிச்சையான அமிலங்கள், புரதம் சிதைவதால் ஏற்பட்டனவே ஒழிய புரதத்தின் முன்னோடிகளல்ல.

(இ) செல்களுள் செல்லும் சர்க்கரையிலிருந்து புரதச் சேர்க்கை சுலபமாக நடைபெறுகிறது. அமினோ அமிலங்களின் கரியணு அமைப்பு (carbon skeleton) புரதத் தொகுப்பின் இடை நிலைத் தோற்றமாகும். இவை உள் நுழையும் சர்க்கரையிலிருந்தும் பெறப்பட்டவை. அவ்வகை உறுதி நிலையற்ற (transitory) அமினோ அமிலங்கள் மற்ற கரையும் அங்கக நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்களுடன் சுலபமாக ஒன்று சேரா.

(ஈ) சுவாசித்தலின் பொழுது தோன்றும் கார்பன்டையாக்ஸைடு குறிப்பிடத்தக்க அளவு சர்க்கரையினின்றும் நேராகத் தோன்றுவதில்லை. ஆனால், புரதம் தொடர்ந்து சிதைவதால் வெளிப்படும் அமினோ அமிலங்களும், அமைடுகளும் (amides) ஆக்ஸிகரணம் (oxidation) ஆவதால் தோன்றுவதாகும். ஸ்டீவர்டும் பிட்வெல்லும் (1962) இத் தத்துவத்தை நன்கு விவரித்துள்ளனர்.

புரதச்சேர்க்கை அதிகரிக்க, அமினோ அமிலங்களின் அளவு குறைகிறதென்பது செல்களுக்குள்ள ஒரு நிலையான பண்பாகும். தண்ணீர், தரசம், உப்புக்கள் போன்றவற்றை திசுக்கள் உள்ளெடுத்துக் கொள்வதாலும், சுவாசித்தல் அதிகரிப்பதாலும் செல் பகுப்படைதலோ அதனால் எண்ணிக்கை அதிகமாவதோ நடைபெற முடியாது. ஆனால் புரதச் சேர்க்கை நன்கு நடைபெற்றால் சைடோபிளாசத்தின் அளவு அதிகரிப்பதோடல்லாமல் செல் பகுப்புகளும் ஏற்படுகின்றன.

வேகமாக வளரும் திசுக்களில் புரதச்சேர்க்கை அதிகரிப்பதோடன்றி, கேலஸின் துரிதமான வளர்ச்சிக்குத் தேவையான குறிப்பிட்ட புரதங்களும் தோன்றுகின்றன.

கார்பன் ஊட்டம்

திசுக்களை வெளிச்சத்தில் வளர்த்தால் பச்சை நிறமாக மாறுகிறது. உதாரணமாக, **வின்கா ரோசியா** போன்றவற்றின் திசுக்கள் வெளிச்சத்தில் பச்சையாக மாறியபோதிலும், ஒளிச்சேர்க்கையால் தரசம் தயாரிக்கும் சக்தியில்லாதவை. ஆதலால் ஊடகத்துடன் சர்க்கரைப் பொருளைச் சேர்த்துத் தேவையான தரசத்தை அளிக்க வேண்டியுள்ளது. தரசத்தின் முக்கியத்துவத்தையும் வெவ்வேறு சர்க்கரைப் பொருள்களின் தன்மை பற்றியும் முதன் முதலில் காதெரெ (1941, 45) ஆராய்ந்தார்.

தரசங்களில்லாத ஊடகத்தில் திசுவை வளர்த்தால் அதிலுள்ள தரசங்கள் குறைய ஆரம்பித்துவிடும். தரசத்தின் குறைதல்அளவு, செடியினின்றும் திசுவைப் பெறுகின்ற பருவத்தையும் ஊடகத்திலுள்ள ஆக்ஜின்களையும் பொறுத்தது. சர்க்கரையில்லாத ஊடகத்தில் அதைச் சேர்த்தாலும், திசுக்களால் அதனை ஈர்த்துக் கொள்ள முடியும். திசுவில் எந்தக் கோளாறும் தோன்றாது. ஆனால் ஊடகத்திலுள்ள சர்க்கரையைக் குறைத்தால் திசு நீக்கம் (necrosis) தோன்றும்.

தேவையான தரசத்தையளிக்கத்தக்க சர்க்கரைப் பொருள்கள் எவையென்று அறியப் பல சோதனைக்கூடங்களில் ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டு வருகின்றன. பலரின் ஆய்வுகளிலிருந்து (ஹில்டெபிராண்ட்டும் ரிக்கெரும் 1949, 53) காதெரெ 1959; ஸ்ட்ரொஸ்ஸும் லா ரியூவும் (Straus and La Rue 1954) சுக்ரோஸ், டெக்ஸ்ட்ரோஸ் போன்றவை சிறந்ததெனத் தெரிகிறது. முதன் முதலாக, ஒரு வித்திலைத் தாவரத்தின் வேரைத் தொடர்ந்து திசு வளர்ப்புச் செய்ய சுக்ரோஸும், டெக்ஸ்ட்ரோஸும் சாலச் சிறந்ததென ராபர்ட்ஸும் ஸ்ட்ரீட்டும் (Roberts & Street, 1955) கண்டனர். ரியின் (rye) வேர்கள் தொடர்ந்து வளர டெக்ஸ்ட்ரோஸ் (dextroses) உதவியதாகவும், சுக்ரோஸ் (sucrose) பயனளிக்கவில்லையென்பதும் ஆல்மெஸ்ட்ராண்டுவின் (Almestrand, 1957) முடிவு. உபயோகமற்றதெனக் கருதப்பட்ட கேலெக்டோஸ் (galactose), **வின்காரோசியா**, (ஹில்டெபிராண்ட்டும் ரிக்கெரும், 1953), **செகொயா செம்பர்வைரன்ஸ்** (sequoia sempervirens) (Ball, பால், 1953) திசு வளர்ப்பில் நல்ல பலனையளித்துள்ளது. பெக்கட்டின், டெக்ஸ்ட்ரின் (dextrin) போன்றவைகூட சில திசுக்

களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வேர்களின் திசுக்களாயின் சுக்ரோஸைப் பயன்படுத்தும் கேரட் திசுக்களுக்கு சுக்ரோஸ் சிறந்தது. இத்துடன் குளுக்கோஸ், மால்டோஸ் முதலிய இன்னோரன்ன பொருள்களையும் பயன்படுத்தமுடியும். செகொயா போன்றவற்றின் கேலஸுக்கு குளுகோஸ், ஃப்ரடோஸ் அல்லது சுக்ரோஸ் ஆகியவற்றில் ஏதாவதொன்றைப் பயன்படுத்தினால் அவை மற்றவற்றைத் தயாரித்துக் கொள்ளும் ஆற்றல் பெற்றவை.

மேலும், தரசங்களின் செயல்படுமுறை அதை நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யும் முறைகளையும் பொறுத்துள்ளது. சுக்ரோஸை ஆட்டோகிளேவ் செய்தால் குளுக்கோஸ், ஃப்க்டோஸ்களின் சுவடுகள் (traces) தோன்றுகிறதென பால் கருதுகிறார். தூய்மை யற்ற சுக்ரோஸ் அல்லது குளுகோஸை ஆட்டோகிளேவ் செய்யும் பொழுது தோன்றும் பொருள்கள் திசுவின் வளர்ச்சியை ஊக்கு விக்கின்றன. (வைட், 1932) ஆட்டோகிளேவ் செய்வதற்குப் பதிலாக வடிக்கும் முறையைக் கையாண்டால் வளர்ச்சியின் வேகம் குறைகிறது. (ஜே. நிட்ச்சும், சி. நிட்ச்சும், 1956). வெளிச்சமும் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கும் ஒரு முக்கிய காரணியாகும். பச்சையமுள்ள அல்லது பச்சையமற்ற திசுக்கள் வெவ்வேறு வகை வெளிச்சத்திலும் இருட்டிலும் வளர்க்கப்படும்பொழுது தசரங்களின் பணி மாறுபடுகிறது.

பல்வேறு கோணங்களிலிருந்தும் தரசத்தின் அவசியத்தை அறிவியலார் ஆராய்ந்துள்ளனர். இதன் தேவை, (அ) திசு பெறப்பட்ட தாயினத்தைப் பொறுத்துள்ளது. மேலும் ஒரே செல்லிலிருந்து பெறப்பட்ட திசுக்கள் வெவ்வேறான பலனைத் தருகின்றன. (ஆர்யா, ஹில்டெபிராண்ட் மற்றும் ரிக்கெர், 1962). (ஆ) எந்தப் பருவகாலத்தில் இவ்வராய்ச்சி துவக்கப்படுகின்றது? (இ) திசுக்கள், தரசத்தை பயன்படுத்திக் கொள்ளும் அளவு அதற்கு எந்த சர்க்கரைப்பொருள் அளிக்கப்பட்டுள்ளது? எல்லாவற்றையும் கருத்திற்கொண்டு பார்க்கும்பொழுது சுக்ரோஸ் உச்ச அளவு சக்தியைத் திசுக்களுக்கு அளிக்கின்றதெனக் கூறலாம். 2-5% செறிவில் அது நல்ல பலனையளிக்கிறது.

தடுத்துப் பாதிக்கும் சர்க்கரைப் பொருள்கள் பற்றியும் ஒரு சில வார்த்தைகள் கூறுதல் வேண்டும். ஊடகத்துடன் போதிய அளவு சுக்ரோஸ் சேர்ந்திருந்தாலும் டி-மேன்னோஸ் (D-mannose) டி-கேலெக்டோஸ் (D-galactose) போன்ற மற்ற சர்க்கரைப் பொருள்கள் தரசத்தின் தன்மையைத் தடுத்து பாதிக்கின்றன. எல்-சார்போஸ் (L-sorbose) எல்-அராபினோஸ் (L-arabinose) டி-அராபினோஸ், டி-க்ஸைலோஸ் (D-xylose) போன்றவை 0·5%

செறிவிலிருந்தாலும், 2% சுக்ரோஸுள்ள ஊடகத்தில் 80% வளர்ச்சியைத் தடுக்கிறது. ஃபெர்குஸன், ஸ்டிரீட், டேவிட், மோர்கனும் (Ferguson, Street, David and Morgan, 1958) கோல்ட்ஸ்வொர்த்தியும் (Goldsworthy, 1964) மற்றும் பலரும் தடுத்துப் பாதிக்கும் தன்மை பற்றி ஆராய்ந்துள்ளனர். மேன்னோஸ் 0·005 0·01%-ல் 50 பங்கு சக்தியையும், 0·04% செறிவில் 90 பங்கு சக்தியையும் இழக்கச் செய்கிறது. இவ்வாறு தடுத்துப் பாதிக்கும் சக்தியை டெக்ஸ்ட்ரோஸ் சேர்த்து ஈடு செய்யலாம்.

சர்க்கரையின் உயிர்வேதியியல்பற்றி நல்ல தெளிவான கருத்துகளிலிருந்தபோதிலும், திசு வளர்ப்பின் தரசங்களை ஈரத்துக் கொள்ளும் குறை, இடப்பெயர்ச்சி வளர்சிதைமாற்றம், பற்றிய விவரங்கள் அதிகம் தெரியாத நிலையிலுள்ளோம். மேலும் அதற்கான விளக்கங்கள் ஒன்றிற்கொன்று மாறுபாடாகவுள்ளதால் அதிகமான விவரங்கள் இங்கு கூறப்படவில்லை.

வைட்டமின்கள்

வைட்டமின்களின் தேவைபற்றி நமக்கு நன்கு தெரியும் தாவரத்திசு வளர்ப்பிலும் இது ஓர் இன்றியமையாத பொருளென்று கூறினால் அது மிகையாகாது. பொதுவாக, பி-காம்ப்ளெக்ஸ் (B-complex) வைட்டமின்கள்தான் மிகவும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. முக்கியமாக தயாமின் (thiamine), அன்யுரின் (aneurine) என்னும் வைட்டமின் பி. களும், பிரிடாக்ஸைன் (pyridoxine) எனப் படுகிற வைட்டமின் பி. 6 ம் சாதாரணமாகப் பலராலும் கையாளப் படுகின்றன. இவையன்றி இன்னும் சில வைட்டமின்களும் திசு வளர்ச்சிக்கு உதவியாயுள்ளன.

1. தயாமின்

இதன் முக்கியத்துவம் பற்றி திசு வளர்ப்பிலும் தளிர் முண்டுக் கட்டி செல்கள் வளர்ப்பிலும் தெளிவாக விவரிக்கப்பட்டுள்ளன. தயாமினை ஆட்டோகிளேவ் செய்யும்பொழுது பிரிமிடின் (pyrimidine), தயஸோல் (thiazole) களாகச் சிதைகின்றன. அநேகமாக எல்லாத் திசுக்களுக்கும் இவ்விரண்டு பொருள்களையும் உருவாக்கும் தன்மையுள்ளன.

2. பிரிடாக்ஸின்

பிரிடாக்ஸினுடன் தயமினைச் சேர்த்து உபயோகப்படுத்தினால் யீஸ்ட்சாறை ஒத்த பலன் கிடைக்கிறது. (பானர்; (Bonner, 1943),

போலின் (Boll, 1954) ஆராய்ச்சியின் பயனாக பிரிடாக்ஸின் தோன்றுவதும் அதை உட்கவர்தல் பற்றியும் தெரிய வந்தது. தயாமினைச் சேர்த்தால் பிரிடாக்ஸினை உருவாக்கம் செய்கிறது. மேலும், வேறு சில பொருள்களும் பிரிடாக்ஸினின் பணியைச் செய்யமுடியும்.

மேலே கூறிய இரண்டு வைட்டமின்கள் தவிர இன்னும் பல வைட்டமின்களும் ஊடகத்துடன் சேர்க்கப்படுகின்றன.

3. பேன்டொதெனிக அமிலம் (Pantothenic Acid). கால்சியம் பேன்டொதெனேட் (Calcium pantothenate)

இதை ஆட்டோகிளேவ் செய்யலாம். இது எந்தவிதமான குறிப்பிடத்தக்க பலனையும் காரட், திராட்சை போன்றவற்றின் திசுக்களில் அளிக்கவில்லை (ஸோஸ்னோவ்ஸ்க்கி, Czosnowski, 1952). எனினும் இதற்கு மாறான முடிவுகள் பல உள்ளன (மோரல் Morel, 1946 ; *கான்ஸ்டாபெல் 1958).*

4. மீஸோ-இனோசிட்டால்

இந்தக் கூட்டுச் சேர்மம், வெப்பம், வெளிச்சம் ஆகிய இரண்டிலும் நிலைத்திருக்கக் கூடிய பொருளாகும். இது நல்ல பலனை யளிப்பதாகப் பல குறிப்புகளுள்ளன. ஸ்டீவர்டும் குழுவினரும் (1961) இது பற்றி குறிப்பிடும்பொழுது, மீஸோ-இனோசிட்டால் இளநீருடன் சேர்ந்து நல்ல சினர்ஜிஸ்டிக் பயனளிக்கவல்லதென் கின்றனர்.

5. ஃபோலிக் அமிலம் (Folic Acid)

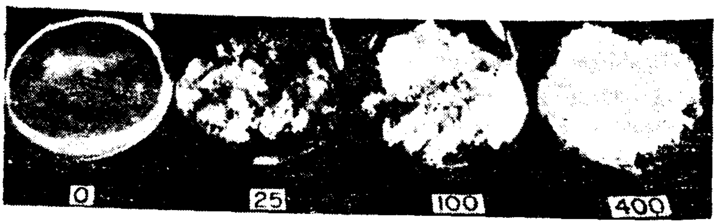
இது இருட்டில் வளர்ச்சியின் வேகத்தைத் தடுத்தும், வெளிச்சத்தில் ஊக்குவித்தும் வரும் தன்மையது. இது பலனற்ற பொருளென்றும், வளர்ச்சியைத் தடுக்கக்கூடிய பொருளென்றும் கருத்துகள் நிலவுகின்றன. இதன் வளர்ச்சி ஊக்குவிக்கும் தன்மையைப் பற்றிக் கூறுவோர், இது தோற்றுவிக்கும் பேரா-அமினோ பென்ஸாயிக் (Para-amino benzoic acid) அமிலத்தால்தான் ஏற்படுகிறதெனக் கூறுகின்றனர்.

மேலே கூறிய பேரா-அமினோ பென்ஸாயிக் அமிலத்தையே உபயோகிப்போருமுண்டு. இதுவும் எந்த பலனையும் தருவதில்லை யெனக் கருதுகின்றனர் சிலர். இப்பொருளை ஆட்டோகிளேவ் செய்யலாம்.

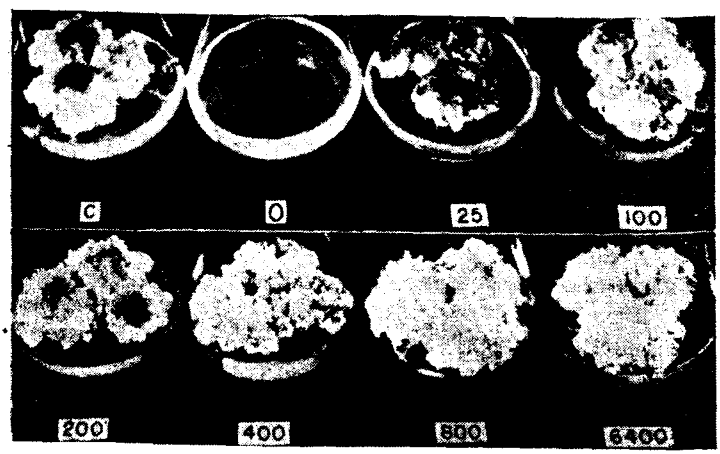
6. வைட்டமின்-சி

கேலஸ் தோன்றுவதை இது தடுத்துப் பாதிக்கிறதென சிலரால் கருதப்பட்டாலும், நச்சுத் தன்மையுள்ள மெலானின் (toxic melanin) தோன்றாமல் தடுப்பதற்காக இதை உபயோகிப்போரும் உண்டு.

சிற்சில சமயங்களில் வைட்டமின்-கே, வைட்டமின் பி$_{12}$ போன்றவைகளும் நல்ல பலனையளிக்கின்றன.



படம் 9
தயமினின் செறிவும் திசுவின் வாழும் தன்மையும்

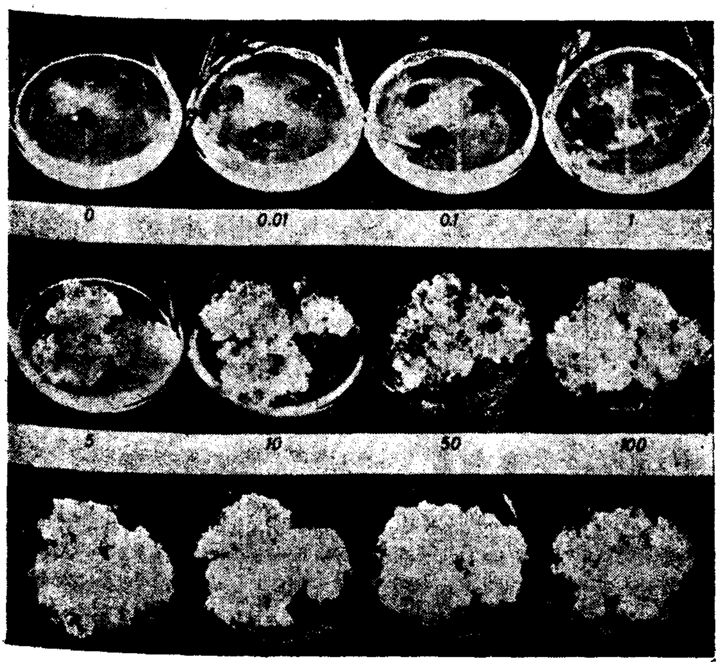


படம் 10
தயமினின் செறிவும் திசுவளர் படிவத்தின் அமைப்புகளும் (growth pattern)

7. ரிபோஃபிளேவின் (Riboflavin)

இது வெளிச்சத்தில் சீக்கிரம் சிதைந்து விடும். இது குறைந்த செறிவில் வெளிச்சமுள்ளவிடத்தில் நல்ல திசு வளர்ச்சியைக் கொடுக்கிறது. இருட்டில் பயனற்றதாகவும், அதிகச் செறிவில்

தடுத்துப் பாதிப்பதாகவும் அமைந்துள்ளது. இருட்டிலும், வெளிச்சத்திலும் மாறுபட்டே பலனைக் கொடுப்பது, ரிபோஃபிளேவின் எவ்வாறு இன்டோல் அசெட்டிக அமிலத்தில் ஒளி-ஆக்ஸிகரணத்தை (photo-oxidation) இயக்கச் செய்கிறதென்பதைப் பொறுத்தது. ஸ்கூக் (Skoog) குழுவின் ஆராய்ச்சி இவ்வழியில் நல்ல முடிவுகளை அளித்துள்ளன. மூராஷ்கையும் ஸ்கூகும் (Murashige and Skoog, 1962) லின்ஸ்மேயரும் ஸ்கூகும் (Linsmaier and Skoog, 1965) மற்றும் ஸ்கூகின் குழுவினர் பல ஊடகங்கள் பற்றி குறிப்பிட்டுள்ளனர். தயாமின், பிரிடாக்ஸின், எல்-கிளிஸின் (L-glycine) மீஸோ-இனோசிட்டால், நிக்கோடினிக் அமிலம் (nicotinic acid) ஆகியவற்றின் பங்கு குறித்து சிறப்பாக ஆராயப் பட்டுள்ளது தயாமின் அத்தியாவசியமானதென்றும். மீஸோ இனோசிட்டால் வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறதென்றும் மற்ற



படம் 11

தயமினின் செறிவும், கேலஸ் திசுவின் வளர்ச்சியும், அதன் தரமும்

பொருள்கள் பலனற்றதாகவோ தடுத்து பாதிக்கும் தன்மையதாகவோ உள்ளன என்றும் தெரிகிறது. மேலும், ஊடகத்துடன்

400 மி.கி. அல்லது அதிகமான அளவு தயாமின் சேர்த்தால் திசு வளர்ச்சி நன்கு நடைபெறுகிறது. (படங்கள் 9, 10, 11).

பொதுவாக, திசுவின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்க பிரிடாக்ஸின், தயாமின், நிகோடினிக் அமிலம் ஆகியவற்றைச் சேர்ப்பர். ஆயினும், திசுக்கள் வைட்டமின்களை உட்கவரும் சக்தியைப் பொறுத்தும், ஊடகத்தின் தன்மையைப் பொறுத்துமே வளர்ச்சியின் வேகமிருக்கும்.

வளர்ஊக்கிப் பொருள்கள் அல்லது வளர்ச்சி ஊக்கிகள் (Growth promoting substances)

செடிகள் வளரும்பொழுது அதை ஒழுங்குபடுத்தலும், வேறுபாடடைதலும் செடியினுள் உள்ள ஒரு சில வேதிப்பொருள்களாலேயே நடைபெறுகின்றன. இந்த வேதிப்பொருள்களில் சிலவற்றைப் பிழிந்து படிகமாக்கி அதற்கு மூலக்கூறு புற அமைப்பும் கொடுத்துள்ளனர். இவற்றில் சிலவற்றின் முழுத் தன்மையையும் அறிய முடியாத நிலையிலுள்ளோம். இவ்வாறு செடிகளின் வளர்ச்சியிலும் முன்னேற்றத்திலும் பலவகையில் ஈடுபாடுடைய இவ் வேதியல் பொருள்களுக்குப் பொதுவாக தாவர ஹார்மோன்கள் என்று பெயரிட்டுள்ளனர். உண்மையிலேயே, ஹார்மோன் என்ற சொல் மருத்துவ இயலிலிருந்து எடுத்துக் கையாளப்பட்டதாகும். இது செடியின் ஒரு பகுதியில் தோற்றுவிக்கப்பட்டு எங்கேயோவுள்ள மற்றொரு பகுதியில் பலனளிக்கிறது. பின்னர் இதே சொல்லை தாவர சீராக்கி (ragulator) என்றும், தாவர வளர்ச்சிச் சீராக்கியென்றும் அழைத்தனர். இங்கு இதை வளர்ஊக்கிப் பொருள் என்றழைப்போம். செடியினுள்ளே தோன்றும் பொருள்களை மட்டுமின்றி அதே ஆற்றல் கொண்ட மற்ற வேதிப்பொருள்களையும் இதில் சேர்த்துள்ளனர். உதாரணமாக, கிப்பெரிலின், சியாடின் (zeatin), அப்சிஸ்ஸிக் அமிலம் (abscissic acid), எதிலின் போன்றவை செடியினுள் தோன்றுபவைகளாகும். இதே செயல்களைச் செய்யும் செயற்கை பொருள்கள் NAA, IBA (Indole-3-butric acid), கைனட்டின் (kinetin), எதெரால் (etheral), மார்ஃப்பேக்டின் (morphactin) முதலியனவாகும். அதே சமயத்தில் சில வேதியியல் பொருள்கள் வளர்ச்சியைத் தடுத்துப் பாதிக்கும் தன்மையன. இவற்றை தடுத்துப் பாதிப்பன அல்லது வேகத்தடுப்பான்கள் (retardants or inhibitors) என்றழைப்பர்.

திசு வளர்ப்பில் உபயோகிக்கும் வளர்ஊக்கிப் பொருள்களை ஆக்ஸின்கள், கிப்பெரிலின், கைனின் என வகைப்படுத்தியுள்ளனர்.

தளிர் முண்டுத்திசுக்களும் இன்னும் சில திசுக்களும் இப்பொருள்களின்றியே நன்கு வளர்கின்றன. ஒரே இனத்தின் வெவ்வேறு வகைச் செடிகளும் திசுக்களும் வெவ்வேறு விதமாக இயங்குகின்றன. இப்பொருள்கள் இல்லாமலேயே ஊடகத்தில் திசுக்கள் வளர்வதுண்டு. ஏனெனில் தன்னுள்ளேயே இச் சக்திப் பொருள்களை அவை உருவாக்கிக் கொள்வதால்தான். இவ் வளர் ஊக்கிப் பொருள்கள் பற்றி கடந்த 20 ஆண்டுகளின் முன்னேற்றம் மிகவும் பிரமிக்கத் தக்கதாக உள்ளது. தாவரங்களின் உள்ளிருக்கும் இயக்குநீர்தான் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குக் காரணமென்று வென்ட் (Went) கண்டறிந்தார். 1930-40 ஆண்டுகளில் இண்டோல் அசெட்டிக அமிலம் மாத்திரம் தான் அறிமுகப் படுத்தப்பட்டிருந்தது. பின்னர் கிப்பெரிலின் பற்றி தெரிய வந்தது. நோய் விளைவிக்கும் (pathogenic) பூஞ்சையில் தனக்குத் தேவையில்லாத பொருளாக கிப்பெரிலின் கண்டறியப்பட்டது. இப்பொருள்கள் எல்லா உயர்வகைத் தாவரங்களிலுமுள்ளது எனத் தெரியவந்தது. இதைத் தொடர்ந்து ஓவர்பீக், கான்க்லின், பிளேக்கெஸ்லி (Overbeek, Conklin, Blakeslee) ஆகியோரின் கூட்டு முயற்சியால் இளநீரில் ஒரு புது வளர்ச்சிக் காரணியுள்ளதெனத் தெரிய வந்தது. ஆனால், அவர்கள் அதைத் தொடர்ந்து ஆராயாமல் விட்டு விட்டனர். அதுபற்றி விவரமறியும் பொறுப்பு ஸ்கூக் (Skoog) என்ற விஸ்கான்ஸின் பல்கலைக்கழகப் பேராசிரியருக்கும் அவரது குழுவினருக்கும் சென்றது. அவர்கள் ஸ்ட்ராங் (Strong) என்ற உயிர் வேதியியலார் உதவி கொண்டு, இளநீர் அமிலங்களைக் கண்டறிந்தனர். இது அடினைனிலிருந்து பெறப்பட்டதாகும். இதற்கு கைனெட்டின் என்று பெயரிட்டனர். இந்த இயக்குநீர்களை ஒன்று சேர்த்து சைட்டோகைனின் (Cytokinin) என்றழைத்தனர்.

இன்று பல ஆக்ஸின்களும்-தன்னுள் இயற்கையாகவுள்ளது, செயற்கையாக ஊடகத்தில் சேர்ப்பது—கைனின்களும் பற்றி அறிவோம். இவையன்றிச் செடிகளின் பல பாகங்களிலிருந்தும் சாற்றையெடுத்து ஊடகத்துடன் சேர்க்கின்றனர். பழச்சாறு, தண்டு நுனி, எண்டோஸ்பெர்ம், இலை போன்றவற்றின் பிழிப்புகள் முதலியனவற்றை இம்முறையில் சேர்க்கின்றனர். மேலும் யீஸ்ட், மால்ட் பிழிப்புகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

சில ஆண்டுகளுக்கு முன் மற்றொரு இயக்குநீர் கண்டறியப்பட்டது. அதுவே அப்சிஸின்-2 (Abscisin-II) என்பதாகும். மற்றொரு ஆராய்ச்சிக்குழுவினர் இப்பொருளையே டார்மின் (Dormin) என்று குறிப்பிட்டனர். பல பெயர்களாலும் அழைக்கப்

பட்ட இப்பொருளை 'அப்சிஸிக் அமிலம்' என்றழைப்பதென ஒட்டாவாவில் (1967) நடந்த அகில உலகத் தாவர-வளர்ச்சிப் பொருள் மகாநாட்டில் முடிவு செய்யப்பட்டது. மற்ற வளர்ச்சிப் பொருள்களைப் போலல்லாது இது தடுத்து பாதிக்கும் ஒன்றாகும். இவ் வமிலம், உருளைக்கிழங்கின் இளந் தண்டில் வேர் தோன்று வதைத் தடுப்பதோடன்றி, கிழங்கு தோன்றுவதற்கு வேண்டிய தூண்டுதலையளிக்கத் தவறிவிடுகிறது (கிளேவர் : Claver, 1970).

ஆக்ஸின்கள்

ஆக்ஸின் ஊடகத்துடன் சேர்க்கப்படவேண்டிய ஒரு முக்கிய மான பொருளாகக் கருதப்படுகிறது. அதன் செறிவையும் மற்ற ஊட்டப் பொருள்களையும் பொறுத்து செல்பகுப்பு, வளர்ச்சி, வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. கேலஸ் திசுக்களுக்கு அளிக்கப் படும் இவ்வாக்ஸின்கள், முழுத்தாவரங்களில், குறிப்பிட்ட பாகங் களில் தயாரிக்கப்பட்டு மற்ற திசுக்களுக்கும் உறுப்புக்களுக்கும் அனுப்பப்படுகின்றன.

ஆக்ஸின்கள் திசு வளர்ப்பிற்குப் பயன்படுவது ஒருபுறமிருக்க, திசு வளர்ப்பின் உதவியால் இன்டோல் அசெட்டிக அமிலமும் அதனுடன் ஒன்றிய இன்டோல்களின் தொகுப்பும் அவை எவ்வாறு வளர்சிதை மாற்றத்தில் பங்கு எடுத்துக்கொள் கின்றனவென்றும் சுலபமாக அறிய வாய்ப்புள்ளது. வளர்ப்பின் சூழ்நிலைகளையும், ஊடகத்தில் மாறுதல்களையும் தோற்றுவித்து 1. திசுக்களின் வளர்ச்சிக்கும் தன்னுள் உள்ள வளர்வூக்கிப் பொருள்களுக்குமுள்ள உறவு. 2. வளர்ச்சியையும் வேறுபாடு தோன்றலையும், இன் விவோ அல்லது இயற்கைச் சூழ்நிலை (In vivo) தொகுப்புச் செய்வதில் ஊக்கப்பட்ட மூலகங்கள் (activated molecules) ஒழுங்கு செய்யும் முறை ஆகியவை பற்றியும் அறியலாம்.

வெளியில் அளிக்கப்படும் ஆக்ஸின்களை திசுக்கள் உட்கவரும் சக்தி, அத்திசுவினுள் அடங்கியுள்ள ஆக்ஸின்களையும் பருவ காலத்தையும் பொறுத்துள்ளது. புதிதாகத் திசுக்களை இவ்வாறு செயற்கை வளர்ப்பிற்குக் கொண்டுவரும்போது, தன்னுள் ளிருக்கும் ஆக்ஸின்கள் சிதைவடையாமல் பார்த்துக் கொள்ளல் வேண்டும். தண்டு, வேர் இவற்றின் நுனிகளைப் பிரித்தெடுத்து அவற்றை ஊடகத்தினுள் மூழ்கியிருக்கும்படி செய்தால் அடுத்த முனையில் கேலஸ் தோன்றுகிறது. வெட்டியெடுத்த முனையைத் திரவத்தில் மூழ்கவைத்தால் கேலஸ் தோன்றுவதில்லை. வெளிப்புற ஆக்ஸின்கள் மேலும் பலவிதமான மாறுதல்களை உண்டு பண்ணு கின்றன : திசுவின் நீரேற்றத்தை (hydration) அதிகரிக்கச் செய்வ

தொன்றும். இது வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கிறது. சுவாசித்தலை அதிகரிக்கச் செய்கிறது. கார்போஹைட்ரேட்டுகளை அதிகமாக உட்கவர்ந்து, மறைமுகமாக அதைப் பயன்படுத்தத் தூண்டுகிறது.

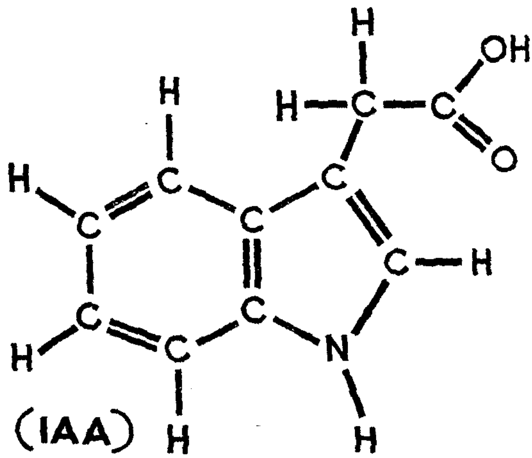
ஆக்ஸின்கள் பற்றி பல ஆராய்ச்சி முடிவுகள் வெளிவந்துள்ள போதிலும், திசு சிதைமாற்றத்தில் ஆக்ஸின்கள் நேரிடையாகப் பங்கு கொள்கின்றனவா அல்லது மறைமுகமாகவாவென திட்ட வட்டமாகக் கூறமுடியாத நிலையிலுள்ளோம். கேம்பியத்தின் வேலைகளையும், செல் பகுப்புகளையும் இவை அதிகரிக்கச் செய் கின்றன. திசுக்களின் வேறுபாடுகள் மறைய, வேறுபாடடையாத திசுக்களின் அதிக வளர்ச்சி வேகத்தை நிலைநாட்ட, ஆக்ஸின்கள் பயன்படுகின்றன. மேலும் சைட்டோப்பிளாசத்தின் வேலை களிலும், புரதச் சேர்க்கைகளிலும் தங்கள் பணியைச் செய் கின்றன. கருவளர்ச்சியில் ஆக்ஸின் செயல்பற்றி மாறுபட்ட கருத்துகளுள்ளன. வேர் வளர்ப்பில் தேவைப்படும் ஆக்ஸின்கள், வளர்ச்சியின் நிலையையும், இனத்தின் தன்மையையும் பொறுத்தன. மேலும் வயதானபின், ஆக்குத்திசுவின் ஊக்கம் குறைகிறது. இது, சில இயற்கை ஆக்ஸின்கள் தீர்வுகட்டச் (critical) செறிவில் அதிகரித்து விடுவதாலேயேதான், ஒரே ஆக்ஸின் மாத்திரம் வேர் நுனியில் ஊக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்துவதில்லை. ஒரு சில வளர் ஊக்கிப் பொருள்களுக்கிடையேயான சமநிலையைப் (balance) பொறுத்தே வேர் நுனியின் ஊக்கம் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது.

வெளியில் சேர்க்கப்படும் ஆக்ஸின்களால் திசுக்களின் அகத் தோன்றிய ஆக்ஸின்கள் மாறுவதில்லை. அதாவது முழுத்தாவரத் திலுள்ளது போலவேதான் திசுக்களினுள்ளிருக்கும் ஆக்ஸின்கள் அமைந்துள்ளன.

இன்டோல்-3-அசெட்டிக அமிலத்தின் (IAA) செறிவு, திசுவின் தன்மை, காலம், வளர்க்கும் நிலைகளைப்பொறுத்து நிர்ணயிக்கப் படுகிறது. முதன்முதலாகத் திசுமாற்றம் செய்யும்பொழுது குறைந்த செறிவிலும் (0·1—0·05 மி. கி. / லி.), பின்னர் சிறிது அதிகரித்த செறிவிலும் பயன்படுத்துவர். செறிவு உயர்வு, வேர் போன்றவற்றில் வேறுபாடுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. அவற்றில் பகுப்படையாத பெரிய செல்கள் தோன்றவும் இது வகை செய்கிறது.

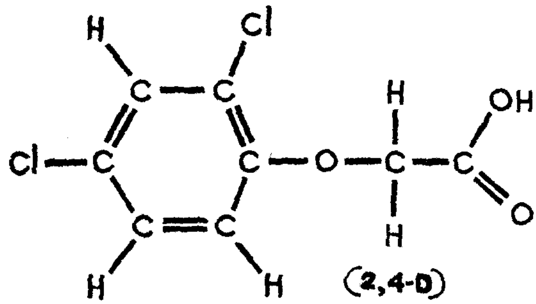
சில பொருள்கள் இன்டோல் அமிலங்களிலிருந்தால் வளராது. உருளைக்கிழங்கின் திசுக்கள் NAA, 2, 4-D உள்ள ஊடகங்களில் நன்றாக வளர்வதில்லை. ஆனால் இவையிரண்டும் அதிகச்செறிவில்,

கேலஸ் திசு தோன்றப்பலராலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. தோன்றிய திசு தொடர்ந்து வளர குறைந்த செறிவே போது மானது. மேலே கூறிய மூன்று பொருள்களும்-IAA, NAA, 2, 4-D திசு வளர்ச்சிக்குப் பயன்பட்டாலும் அமைப்புத் தோற்றத்தில்



படம் 12
IAA-வின் உள் அமைப்பு

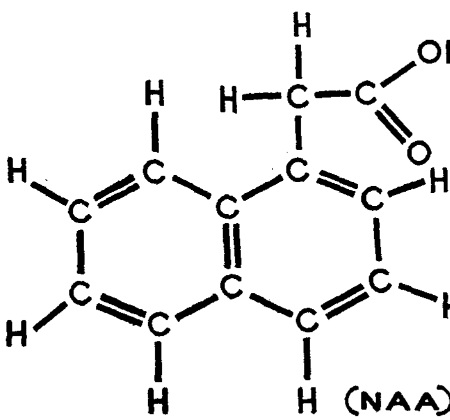
மாறுபட்ட பயனையளிக்கின்றன. வேர் தோன்றலில் IAA வை விட NAA சிறந்து விளங்கிய போதிலும் மொட்டுகள் தோன்றுவதைத் தடுத்து நிறுத்துகின்றன. சில சமயங்களில் 2, 4-D ஒழுங்கு



படம் 13
2, 4-D-ன் உள் அமைப்பு

வரம்பிற்கு மீறிச் செயல்படும். செடியின் அமைப்பில் வேண்டாத உறுப்புகளைப் பொறுத்தமில்லாத இடங்களிலும் வளரச் செய்கின்றன. தண்டின்மீது; தரைமட்டத்திற்கு மேலே, வேர்களை

உண்டாக்கும்; பூமிக்கடியில் வேரின் வளர்ச்சியைத் தடுக்கும். பெனஸோலின் (Benazolin) என்ற பொருளும் ஆக்ஸின் போன்ற குணதிசயங்களைக் கொண்டுள்ளது. இது 2, 4-D, NAA ஆகிய ஆக்ஸின்களுக்குப் பதிலாக உபயோகிக்கலாம். 2, 4-D கேலஸைத் தோற்றுவிக்காத நிலையிலும் பெனஸோலின் உதவிகொண்டு வெற்றி கண்டிருக்கின்றனர். இன்கிரம், புட்ச்சர் (Ingram and Butcher, 1972) ஆராய்ச்சி முடிவுகளின்படி, மற்ற ஆக்ஸின்களைப் பயன்படுத்தி கேலஸ் பெற இயலாவிடின் பெனஸோலினை முயற்சிக்கலாமென்பதேயாகும்.



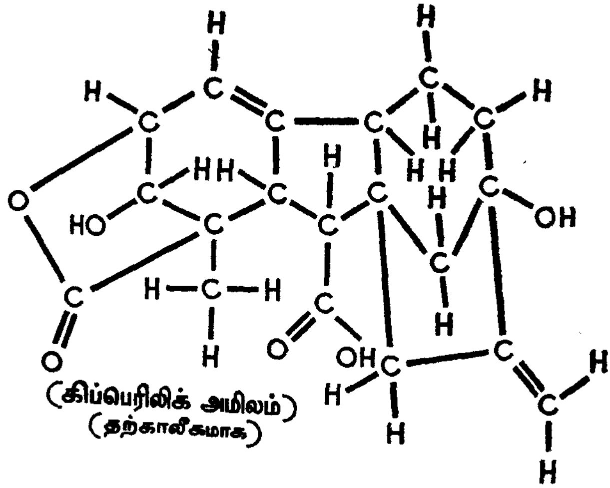
படம் 14
NAA-வின் உள் அமைப்பு

கால்ஸ்டன், கௌர் (Galston and Kaur 1961, 1962) ஓவர்பீக் (Overbeek, 1961) போன்றவர்கள் திசு வளர்ப்பில் ஆக்ஸின்களின் செயல்பற்றி நன்கு விளக்கியுள்ளனர். IAA, 2, 4-D, NAA ஆகியவற்றின் உள் அமைப்பை (படங்கள் 12, 13, 14) காணலாம்.

கிப்பெரிலின்

திசு வளர்ப்பில் கிப்பெரிலின் பணிபற்றி மாறுபட்ட கருத்துகள் நிலவுகின்றன. 1960-ல் நடந்த மகாநாட்டில் கிப்பெரிலினின் வேதியியல் அமைப்பு (படம் 15), இது செடிகளில் உண்டாக்கும் மாற்றம், முன்னேற்றம், வளர்ச்சிகளில் ஆற்றும் பணி பற்றியும் தெரிய வந்தது. நல்ல மதிப்புரைகளை லங்க் (Lang, 1957), பிரையன் (Brian, 1959), சைலக்கியான் (Chailakhyan, 1963) முதலியோர் வெளியிட்டுள்ளனர்.

பொதுவாக கிப்பெரிலின் திசு வளர்ப்பை ஊக்குவிப்பதில்லை. கேலஸ் வளர்ப்பிற்கு இது தேவையென எந்த ஒரு திசுவிலும்



படம் 15
கிப்பெரிலிக் அமிலத்தின் (தற்காலீக) உள் அமைப்பு

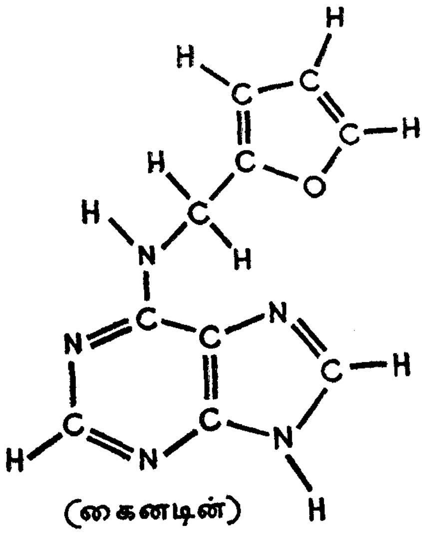
கண்டறியப்படவில்லை. ஆயினும் ஜிங்கோ பைலோபாவில் (Ginkgo biloba) இது கேலஸ் வளர்ச்சியைத் தூண்டிவிடுகிறதெனக் கூறப்படுகிறது. மேலும் கருவின் வேர், தண்டு வளர்ச்சிகளை ஊக்குவிக்கிறது எனச் சில குறிப்புகளிலிருந்து தெரியவருகின்றது. ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களின் திசு வளர்ச்சியைத் தடுத்துப் பாதிப்பதாகவுள்ளது.

கிப்பெரிலினின் செயல்படுமுறை வெப்பத்தால் அதிகரிக்கிறது; வெளிச்சமும் அதைப் பாதிக்கிறது. புட்ச்சர், ஸ்டிரீட் (Butcher, Street, 1960 a, b) ஆகியோரின் ஆராய்ச்சிகளின்படி, கிப்பெரிலின், NAA ஆகியவற்றிற்கு மாருக மெரிஸ்டத்தின் நடவடிக்கையை கைனடின் ஊக்குவிக்கவும், வயதடைந்த தன்மையை மாற்றவும் வல்லது.

கைனின்

கைனினும் திசு வளர்ப்பில் வளர்ச்சியின் வேகத்தைத் தடுப்பதாக ஒரு சில குறிப்புக்கள் கூறினும், பலவகையிலும் அது திசு வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கிறதென்பர். கைனினின் உள் அமைப்பை படம் 16 ல் காணலாம். கைனின் இருப்பதைக் கீழ்க்கண்ட

வற்றல் உணரலாம். நியூக்ளிக் அமிலத்தின் அளவை அதிகரிக்கிறது (முக்கியமாக RNA). மேலும் புரதச்சேர்க்கை, சுவாசித்தலின் வளர்சிதை மாற்றம் (Respiratory metabolism) போன்ற



(கைனடின்)

படம் 16

கைனடின் உள் அமைப்பு

வற்றில் முக்கிய பங்கெடுத்துக் கொள்கிறது. திசுக்களின் செயலியலில் மாற்றத்தைத் தோற்றுவிக்கிறது. நிட்ச்சும், நிட்ச்சும் (1957), கைனடின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிப்பதாகக் கண்டு உள்ளனர். ஆயினும் ஸ்டீவர்டும் ஷாண்ட்ஸும் (Steward and Shantz, 1955) ஷாண்ட்ஸ் குழுவினர் (1958), ஸ்டீவர்டும் (1961)ஆம் கைனடின் நல்ல பலனைக் கொடுப்பதாகக் கருதவில்லை. ஆயினும் IAA வுடன் கைனடின் சேர்ந்து கேலஸ் வளர்ச்சியை அதிகரிக்க வைக்கிறதெனக் கருதப்படுகிறது. கைனடின் பற்றி தெளிவாக, ஸ்ட்ராங் (1958) டெய்ஸ்ஸன் (Deysson, 1961) மில்லர் (Miller 1961) போன்றோரின் மதிப்புரைகளில் காணலாம். கைனடின், கேலஸ் திசுக்கள் பச்சையத்துடன் நன்கு வளரவும், வேறுபாடுகள் தோற்றுவிக்கவும் பயன்படுகிறதெனக் கருதப்படுகிறது. ஹாக்ஸியஸும், லக்ஷ்மணனும் (Haccius and Lakshmanan, 1965).

சைட்டோகைனின்கள் செல் பகுப்புகளை ஏற்படுத்த, ஆக்ஸின்கள் செல் பெரிதாகி பருவமடைவதற்கு உதவ, செடி வளர்கிறது. உணவுத்தாவரங்களின் உற்பத்தியைப் பெருக்க,

அதிலுள்ள மனித குலத்திற்குப் பயன்படும் உணவுச்சத்துக்களின் அளவை அதிகரிக்க ஆக்ஸின்களைப் பயன்படுத்தலாம். மாமிசத்திலுள்ள முக்கிய புரதச் சத்துகள், பசும் இலைகளிலுமுள்ளன என்பதை நாம் மறந்துவிடக்கூடாது.

சாரங்கள்

தேங்காயின் எண்டோஸ்பெர்ம்

வெப்பமண்டலங்களில் கிடைப்பதுபோல் சுலபமாக, தேங்காய்கள் குறைவான தட்பவெப்பமுடைய மண்டலங்களில் கிடைப்பதில்லை. இந்நாட்டின் தென் பகுதியில் தேங்காய்கள் அதிகம் கிடைப்பதால் அவர்களின் உணவு வகைகளில் அது முக்கிய அங்கம் வகிக்கிறது. இளநீர் பருவத்தில் 0·1% எண்ணை, 5% கார்போஹைட்ரேட், 0·5% புரோட்டின் கொண்டுள்ள ஒரு தேங்காய், முற்றிய நிலையில் 35—45% எண்ணை, 15% கார்போஹைட்ரேட், 5% புரோட்டின் கொண்டுள்ளதாக மாறுகிறது. தேங்காய் நீரை 5—20% வரை ஊடகத்துடன் சேர்க்கின்றனர்.

முதன் முதலாக, வான் ஓவர்பீக் கான்க்லின், பிளேக்ஸ்லி (Van Overbeek, Conklin, Blakeslee, 1941) முதலியோர் தேங்காய் நீரை உபயோகப்படுத்தி, பக்குவமடையாத ஊமத்தச் செடியின் (datura) கருக்களை வெற்றிகரமாக வளர்த்தனர். அதைத் தொடர்ந்து பலரும் இளநீரைப் பயன்படுத்துகின்றனர். இதை ஆட்டோகிளேவ் செய்வதால் அதன் சக்தி குறைந்துவிடாது. இது, வடித்த தேங்காய் நீரைவிடச் சிறந்ததென பலரும் கருதுகின்றனர் (ஜெ. நிட்ச்சும், சி. நிட்ச்சும் 1956, டுலெக்கெ, 1957). ஒரு சிலர் இதற்கு மாறுன கருத்துகளைக் கொண்டுள்ளனர். பூஞ்சையற்றதாகச் செய்து, 20 செ. லி இளநீரை இரண்டு ஆண்டுகளுக்குக்கூட கெடாமல் சேகரித்து வைக்கலாம். (ஸ்டீவர்டும் கேப்ஸினும், 1952) தேங்காய்கள் சுலபமாகக் கிடைக்கும் நம் நாட்டில் புதிதானதேங்காய்களை உபயோகிக்கலாம்.

டுலெக்கெ குழுவினர் (1961) (Tulecke et al) தேங்காயிலுள்ள அமினோ அமிலங்கள், புரதம், அங்கக அமிலங்கள் பற்றி ஆராய்ந்தனர். இவற்றின் விகிதங்களும் தன்மைகளும் தேங்காயின் வளர்ச்சி நிலையைப் பொறுத்து மாறுகின்றன. இளநீரிலுள்ள அமினோ அமிலங்களில் குளுட்டமின் அதிகமாகவும் பின்னர் அலனின் (alanine) அதிகரித்தும் காணப்படுகிறது. இவையன்றி குளுட்டமிக் அமிலம், குளுட்டமின் செரைன் (glutamine serine), லியூஸின் (leucine) போன்றவையும் உள்ளன. புரோட்டினின்

சக்தி வயது முதிர முதிர அதிகரிக்கிறது. இளநீர் புரோட்டின்களில் ஆஸ்பார்டிக் அமிலமும், லைசினும் (lysine) அதிகமாகவும் ஆர்ஜினைன் குறைவாகவுமுள்ளன. ஆனால் முற்றிய தேங்காயில் பின்னதே அதிகமாக உள்ளது.

அங்கக அமிலங்களில் மேலிக் அமிலமே (malic acid) அதிகமானது. ஷிகிமிக் அமிலமும் (shikimic acid), க்யுனிக் அமிலமும் (quinic acid) இளநீரில் குறிப்பிடத்தக்க அளவுள்ளதாகத் தெரிகிறது. இவையன்றி, சுக்ரோஸ், குளுக்கோஸ், ஃப்ரக்டோஸும் முள்ளன. கார்போஹைட்ரேட்டின் உச்ச அளவு முதிர்ந்த தேங்காயினுள்ளது. முதிர்ந்த தேங்காயென்று குறிப்பிடுவது பச்சையாகவுள்ள முதிர்ந்தவொன்றேயன்றி உலர்ந்ததல்ல). RNA அதிகமாகவும் DNA வயதிற்குத்தகுந்தாற்போலவுமுள்ளன.

எதினுலில் கரையாத ஒவ்வொரு மி.கி. படிமங்களிலும்-கிராமில்)

	RNA	DNA
இளநீர்	20·05	0·06
முதிர்ந்த (பச்சை) காய்	32·82	2·45
முதிர்ந்த (உலர்ந்த) காய் (ஆட்டோ கிளேவ் செய்தால்)	29 77	2·[illegible]

நிக்கோடினிக் அமிலம் (nicotinic acid) பென்டோதெனிக் அமிலம் போன்ற வைட்டமின்கள் அதிகச் செறிவிலுள்ளதாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. ஆனால் பயோட்டின் (biotin), ரிபோஃப்ளேவின், ஃபோலிக் அமிலம் போன்றவை குறைந்த அளவிலுள்ளன. தயாமினும், பிரிடாக்ஸினும் மிகக்குறைந்த அளவிலேயே உள்ளன.

பாரிஸும் டுஹாமெட்டும் (Paris and Duhamet, 1953) செய்த ஆராய்ச்சியின் பயனாக, தேங்காய் நீரில் IAA உள்ளதென்று தெரியவந்தது. மேலும் கோவூர் (Kovoor) தனது ஆராய்ச்சியின் மூலம் வளர்ச்சி ஊக்குவிக்கும் பொருள்கள்பற்றி கூறியுள்ளார். துவக்கத்தில், சென்னை பல்கலைக் கழகத்தில் ஆராய்ச்சி செய்த இவ்விந்தியர், காதெரெ சோதனைக்கூடத்தில் பணியாற்றி வருகிறார். இவரது முடிவின்படி, IAA தவிர, RNAவிலிருந்து பெறக்கூடிய ஏதோவொரு பெயரிடமுடியாத (இனந்தெரியாத) பொருளும் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கிறது என அறிகிறோம்.

பகுதிநிலையும் அவற்றின் செயல் திறனும் பற்றி ஸ்டீவர்டு குழுவினர் ஆராய்ந்து வருகின்றனர். ஸ்டீவர்டும் ஹாண்ட்ஸ்ஸும், 1959; ஸ்டீவர்டும் 1961, 1962; போல்லார்டு, ஹாண்ட்ஸ்

மற்றும் ஸ்டீவர்டு 1961) அதிலுள்ள ஊக்கப்பட்ட ஆக்கக் கூறுகளை (active component) மூன்று கிளைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

அ. நைட்ரஜன் ஊக்கப்பட்ட கூட்டுப்பொருள்கள் :
அமினோ அமிலங்களும் அவற்றின் அமைடுகளும் கொண்டன.

ஆ. நடுநிலையான கூட்டுப்பொருள்கள் :
மீஸோ-இனோசிட்டால், சார்பிட்டால் (sorbitol) போன்றவை அதிகமுள்ளன.

இ. ஊக்கப்பட்ட ஆக்கக் கூறுகள் :
இதன் பொருள்கள் பற்றித் தெளிவாகத் தெரியா விட்டாலும், கைனின் போன்ற செல்பகுப்புக்களைத் தோற்றுவிக்கும் தன்மையுடையன.

ஸ்ரீவஸ்டாவாவும் ஷாவும் (Srivastava and Shaw, 1961) திட எண்டோஸ்பெர்மின் தன்மையை ஆராய்ந்தனர். அடினைன், அடினோஸைன் இன உறுதி செய்ய முடியாத பியூரின் (purine) போன்ற பொருளும் பிரித்தெடுக்கப்பட்டன. அராபினோஸ் போன்ற பொருளும் காணப்பட்டது.

இளநீரின் பலனையே தக்காளிச்சாறை உபயோகித்தோ கேசின் ஹைட்ரோலிசேட் சேர்ப்பதாலோ பெறலாம். ஒரு சில அமினோ அமிலங்களைச் சேர்த்து உபயோகித்து இளநீரைத் தவிர்க்கலாம். டி. மாகியோவும் வெட்மோரும் (1961) இளநீருக்கு பதிலாக மீஸோ-இனோசிடாலையும் கார்பிடோலையும் கலந்து உபயோகித்து டோடியா பார்பராவின் (Todea Barbara) 17 நாளுள்ள கருவை வளர்த்தனர். எனினும், இம்மாதிரியான மாற்றங்களெல்லாம் இளநீரளவிற்குப் பயனளிக்க முடியாது. கேசின் ஹைட்ரோலிசேட் சேர்த்தாலும் இளநீரால் பெறும் முடிவையே பெறலாம். பின்னையதில் அதிக செல்கள் உண்டாவதாலும் முன்னதில் செல் பெரிதாவதாலும் வளர்ச்சி காணப்படுகிறது. (ஸ்டீவர்டும் கேப்லினும், 1954).

வியக்கத்தக்க வகையில், தேங்காய் நீரும் கேசின் ஹைட்ரோலி சேட்டும் ஒன்றாகச் சேர்த்து அளிக்கப்பட்டாலும் பயனில்லாமல் போய் விடுகிறது. ஏன்? இளங்கரு வளரும் பொழுது உணவளிக்கும் திசுக்களின் தூண்டுதலால் செல் பகுப்புக்கள் அதிகம் ஏற்படுகின்றன. கருவில் வேறுபாடுகள் தோன்றத் தோன்ற உணவு முறைகளில் கட்டுப்பாடு வளர்கிறது. தண்டில் உணவு சேகரித்து வைக்கும் செடிகள், அப்பணியில் ஈடுபட்டபின் செல்பகுப்புக்கள்

ஏற்படுவதில்லை. அதனால்தான் உருளைக்கிழங்கு, வெங்காயம் போன்றவற்றில், உணவு சேகரித்து வைத்திருக்கும் நிலையில், இள நீரின் சக்தியைத் தடுக்கும் வகையில் சில சாரங்களை அத்தகைய திசுக்கள், ஊடகத்தினுள் வெளியிடுகின்றன. ஆகவே, வேதியியல் வளர்ச்சிக் காரணிகள் பல நேரங்களில் மாறுபட்ட நிலைகளில் வளர்ச்சி, தடுப்பு, கட்டுப்பாடுகளில் முனைகின்றன. அதுபோலவே இளநீரும் கேசின் ஹைட்ரோலிசேட்டும் ஒன்று சேர்ந்தும் பலனளிக்காமற் போகலாம். இக்கலப்புடன் ஏதாவதொரு வேதி யியற் பொருள் சேர்ந்தால் நல்ல பலனையளிக்கலாம். உதாரண மாக, இந்த சினர்ஜிஸ்டிக் செயல்முறையைப் பின்பற்றி, இளநீரும், 2, 4-Dயும் சேர்ந்தால் உருளைக்கிழங்கின் திசு வளர்ப்பில் முன் னேற்றமுள்ளது. இக்கண்டுபிடிப்பு, மேலும் எந்தெந்தப் பொருள் கள் தேங்காய் நீருடன் சினர்ஜிஸ்டிக் அல்லது கூட்டு முன்னேற்ற முறையின்படி இயங்குந்தன்மையுள்ளதாக இருக்குமெனக் கண் டறியத் தூண்டியது. ஷாண்ட்ஸ் குழு, 1955) இன்று, இரண்டிற்கு அதிகமான பொருள்கள் சேர்ந்து இம் முறைப்படி நல்ல பலனை யளித்ததாகப் பல உதாரணங்கள் நமக்குக் கிடைத்துள்ளன.

இளநீரிலுள்ள இச்சத்து ஏதோவொரு பொருளால் மாத்திரம் ஏற்படுவதல்ல. அதிலுள்ள பல செயலியல் பொருள்கள் ஒன்று சேர்ந்து தூண்டும் சக்தியைப் பெற்றுள்ளன. மேலும், இச் செயலியல் பொருள்களின் தன்மையும் செறிவும் தேங்காயின் வயதைப் பொறுத்து மாறுபடுகிறது. எனவே, இளநீர் வேறு பாடற்ற திசு வளர்ப்பையும், திட எண்டோஸ்பெர்ம் வேர் தோன்றலையும், கேரட் திசுவில் ஊக்குவிக்கின்றது. (கோப்ளிட்ஸ், Koblitz, 1958) இப்பொருள்களின் இயங்குந்தன்மையும் திசுக்களைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது.

தேங்காய் நீரைப் போலவே, முதிர்ச்சியடையாத விதைகள், பழங்கள் முதலியவற்றின் சாரங்கள் நீர்ம என்டோஸ்பெர்ம் ஆகியவை உபயோகப்படுத்தப் படுகின்றன. நீர்ம நிலையிலுள்ள மக்காச்சோள எண்டோஸ்பெர்ம், ஏஸ்குலஸ் வோயர்லிட்ஸென்சிஸ் (Aesculus Woerlitzensis), ஜூக்லான்ஸ் ரீஜியா (Juglans Regia) என்னும் வால்நட், ஆகியவற்றின் முதிர்ச்சியடையாத பழச்சாறு கள், ஜிங்கோ பென் கேமெட்டோஃபைட்டின் பிழிவுகளும் நல்ல பலனையளிப்பதாகக் கூறப்படுகிறது.

தக்காளிச்சாறு

நன்கு முதிர்ச்சியடையாத தக்காளிப்பழச்சாறு சிறந்தது. 5-10% செறிவில் இது நல்ல பலனளிக்கிறது. இதிலுள்ள வளர் ஊக்கிப் பொருள்களைப் பிரித்தெடுக்க முயற்சிகள் நடைபெறு

கின்றன. (நிட்ச் 1951, 54, 61, ஜே. நிட்ச்சும் சி. நிட்ச்சும், 1955) இதிலுள்ள வளர்ச்சியைத் தூண்டும் பொருள்களை மூன்று பிரிவுகளாக நிட்ச் பிரித்துள்ளார். ஆக்ஸின்கள், ஃப்ளேவோனாய்டுகள் (flavonoids), பாலிஃபினால்கள் (polyphenols). இவை தவிர, ஃப்பெருளிக் (ferulic), கேஃபிக் (cafeic), குளோரோஜெனிக் அமிலங்களுமுள்ளன. ஆனால், இவ்வமிலங்கள் தன்னிச்சையாக வளர்ச்சியைத் தூண்டிவிட முடியாது. இவை IAA வுடன் சேர்ந்து சினர்ஜிஸ சக்தியால் வளர்ச்சியைத் தூண்டிவிடுகின்றன. இவையன்றி குளுட்டாதயோன், ஆஸ்கார்பிக் அமிலங்களுமுள்ளன. தக்காளிச்சாறு, எப்பொழுதுமே வளர்ச்சியைத் தூண்டிவிட்டுக் கொண்டிருப்பதில்லை, அது தடுத்துப்பாதிக்கும் தன்மையையும் கொண்டுள்ளது. பெரிய திசுத்தொகுதியை வளர்க்கும்பொழுது ஊக்குவிப்பதாகவும், சிறிய தொகுதிகளில் தடுத்துப் பாதிப்பதாகவுமுள்ளது. இவ்வாறு தடுத்துப் பாதிக்கும்பொழுது IAA சேர்க்கப்பட்டால் சினர்ஜிஸ சக்தியால் வளர்ச்சியைத் தூண்டிவிடுகிறது. தடுத்துப்பாதிக்கும் பொருள்களை மூன்று பிரிவாக்குகிறார் நிட்ச். மேலும் உறுப்புத்தோற்ற (organogenesis) பண்பு பெற்ற கைனடின் போன்ற ஒரு பொருளும் இருப்பதாகக் குறிப்பிட்டுள்ளனர். (நிட்ச், 1961).

மால்ட் பிழிப்பு (Malt Extract)

பைன்களின் (pines) திசுக்கள் (லோவென் பெர்க்கும் ஸ்கூகும் : (Loewenberg and Skoog, 1952) மற்றும் ரோஜா (நிக்கெல் லும் டுலெக்கையும் 1960), புகையிலை (டிரையான் Tryop, 1955) போன்றவற்றின் திசுக்களையும் வளர்க்க மால்ட்சாரம் வெற்றிகரமாகப் பயன் படுத்தப்பட்டது. அது வெவ்வேறு செறிவில் 10%, 0·1% (ரோஜாவிற்கு) இய ஊடகத்துடன் சேர்க்கப்பட்டது.

யீஸ்ட் பிழிப்பு (Yeast Extract)

தக்காளி வேர்களை வளர்க்க, ராபின்ஸ் (Robbins), யீஸ்ட் பிழிவை முதன் முதலாகப்பயன்படுத்தினர். 0, 04-7% வரை மாறுபட்ட செறிவில் இன்றும் பலரால் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் இதன் சினர்ஜிஸ சக்திபற்றியும் கீழ்க்கண்ட அமைப்புகளில் தெரிந்துள்ளது : யீஸ்ட்+2, 4-D (டோரியும் ஷிகெமுரா Torrey and Shigemura, 1957), யீஸ்ட்+மால்ட்+ஆக்ஸின்கள் (டிரையான் 1955), யீஸ்ட்+மால்ட்+2, 4-D (நிக்கெல் லீம் டுலெக்கையும் 1960) (யீஸ்ட், 'DIFCO' போன்ற கம்பெனி பொருளாகப் பெறலாம்)

சில இலைகளின் பிழிவுகளும் சிலரால் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. (நிக்கிபோரோவி குழுவினர், Nichiporovich et al,

1961) இதன் தன்மை, பிழிவுகளையெடுக்கும் பொழுதுள்ள பச்சையத்தின் அளவு, அதன் கலவை போன்ற பல அம்சங்களைப் பொறுத்துள்ளன. சுருங்கக்கூறின் தாவரங்களின் சாறுகளில், முழுவளர்ச்சி பெறுத எண்டாஸ்பெர்ம் வளரும் திசுக்கு அதிகமான ஊக்கத்தை அளிக்கின்றது. இது எதிர்பார்க்கக் கூடியதே. ஏனெனில், இயற்கையாகவே எண்டாஸ்பெர்ம் ஓர் ஊட்டத் திசுவே. வளரும் உறுப்புகளின் சாறும் ஊக்கத்தையளிக்கின்றன. ஆனல் பக்குவமடைந்த விதைகளும் உறுப்புகளும் வளர்ச்சியைத் தடுத்துப் பாதிக்கின்றன. வெளிச்சம் போன்ற காரணிகளால் தாவரத்தின் மெடபோலேட் கலவையில் மாறுதல் ஏற்பட்டாலும் திசு வளர்ச்சியின் வேகம் குறைகிறது.

மாறுபாடடையாத திசுக்களின் வளர்ச்சியைத் தாவரங்களின் பிழிப்புகள் ஊக்குவிப்பது அதிலுள்ள ஏதோ ஒரு தனிப்பட்ட பொருளல்ல. பல்வேறு பொருள்கள் பியூரின்-பிரிமிடின், அமினோ அமிலங்கள், ஆக்ஸின் போன்றவை-பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றன. ஆனல் திசுக்களின் செயலியலைப் பொறுத்து இவ்வளர்ச்சி தடுத்துப் பாதிக்கப்படலாம்.

இந்தத்தாவர சாறுகளின் கலவை சரிவரத் தெரியாததால், இதை ஊட்டப் பொருள்களின் பலன் பற்றியும் திசுக்களின் வளர்சிதை மாற்றம் பற்றியுமான ஆராய்ச்சிகளில் பயன்படுத்தலாகாது.

ஊடகத்திலுள் வெளியிடப்படும் வளர்சிதைப் பொருள்கள்

அ. உறுப்பு வளர்சிதைப் பொருள்களும், நொதிகளும் வெளியாதல், ஊடகங்கள் நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யப்பட்டிருப்பதால், நுண்ம உயிரினங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட அல்லது அவற்றால் மாற்றியமைக்கப்பட்ட பொருள்களினின்றிக் கிடைக்கிறது. இவையன்றி இன்னும் சிலவற்றைக் கவனிக்க வேண்டியுள்ளது. உயிரற்ற செல்களிலிருந்து சில பொருள்கள் வெளியிடப்படும். தாவரங்களிலிருந்து பாகங்களை வெட்டி வைக்கும்பொழுது வெட்டப்பட்ட செல்களின் பொருள்களும் ஊடகத்திலுள் சேரும். இவ்வாறு ஊடகத்திலுள் சேரும் வெளிப்பொருள்களைத் தவிர்க்காவிட்டால் ஊடகத்தின் தன்மையை அறியமுடியாது. மேலும் வேறுபாடு தோன்றும் நிலையிலுள்ள திசுக்களிலிருந்து வெளியாகும் பொருள்கள் மாறுபட்டிருக்கும். எனவே திசுக்கள் நன்கு வளரும் நிலையிலேயே அதன் பணி பற்றிச் சோதனை செய்ய வேண்டுமேயல்லாது திசுக்கள் வேறுபாடடையுமளவுக்கு வளர்ந்தபின் அல்ல.

வெளியிடப்படும் வளர்சிதைப் பொருள்கள் திசுக்களிடையே மாறுபடுகின்றன. இவை பற்றியும் இவற்றால் மண்ணில் ஏற்படக் கூடிய நிலைகள் பற்றியும் போயர்னர் (Bòner, 1960) தெளிவாகக் குறிப்பிட்டுள்ளார். பைன்களிலும், இருவித்திலைத் தாவரங்களின் வேர்களிலிருந்தும் வெளியாகும் வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்கள் பூமிக்கடியில் வாழும் வேர்காளான் பூஞ்சைகள் (mycorrhizal fungi) வளர உதவுகின்றன. இதனால்தான், மலைப்பிரதேசங்களில் வாழும் ஊசியிலை வகைத்தாவரங்களில் சிலவற்றை சமதள பூமியில் வளர்த்தால், பூஞ்சைகளில்லாத காரணத்தால் வளர்வதில்லை. தெரிந்த வைடமின்களும் அமினோ அமிலங்களும் தவிர, தெரியாத வொரு அம்சமும் இவ்வாறு வெளியிடப்படும் வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்களில் உள்ளது. இதைப் பெயரிடாது எம்-அம்சம் என்று மெலின் (Melin, 1954) அழைத்தார்.

இதன் முக்கியத்துவம், உயர்ந்த இனத் தாவரங்களுக்கிடையே யுள்ள செயல் எதிர் செயல் இடையீடு (interaction), ஒட்டுண்ணித் தன்மை, வேர் முடிச்சுக்கள் தோன்றல், ரைஸோஸ்ஃபியர் (rhizosphere), வேர்காளான் போன்றவற்றையெல்லாம் அறிவதிலுள்ளதாகும்.

எனவே இத்தாவரங்களிலிருந்து வெளியாகும் வளர்சிதைப் பொருள்கள் முக்கிய உயிரியல் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். இதில் சூழ்நிலை, ஊட்டச்சத்துக் காரணிகள் பற்றியும், வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்கள் எவ்வாறு வெளியிடப்படுகின்றன என்று அறியவும் திசுவளர்ப்பு நல்லதொரு கருவியாகப் பயன்படுகிறது.

ஆ. ஒருநிலைப்படுத்தப்பட்ட ஊடகம் அல்லது ஒருநிலை ஊடகம் (Conditioned medium)

நல்ல ஊடகத்தில் செல்களையும், திசுக்களையும் வளர்த்தாலும் கூட அவை நன்றாக வளராமலிருக்கலாம். இது எந்தத்தாவரத்தை உபயோகப்படுத்துகிறோமென்பதைப் பொறுத்துள்ளது. அதனின்றும் வெளியாகும் வளர்சிதை மாற்றப்பொருள்கள் ஊடகத்துடன் கலந்து அதன் வீரியத்தை அழித்து அல்லது தடுத்து நிறுத்தலாம். அதை 'கட்டுக்குலைந்த ஊடகம்' அல்லது 'இயங்கா ஊடகம்' (stale medium) என்பர்.

நாம் ஊடகத்தில் பல பொருள்களைச் சேர்த்தாலும் திசு வளர்ப்பிற்குப் போதிய அளவுள்ளதாவெனத் திட்டவட்டமாகக் கூற முடியாது. திசுக்கள் வளர ஆரம்பித்தால் நாம் எதிர்பார்த்ததை விட அதிக ஊக்கத்துடன் வளரலாம். இங்கு, திசுக்களிலிருந்து

ஊடகத்தினுள் சென்றுள்ள வளர்சிதைப் பொருள்கள் வளர்ஊக்கிப் பொருள்களாக இருக்கலாம். முன்னமேயே சேர்க்கப்பட்டுள்ள வளர்ஊக்கிப் பொருள்களுடன், வெளியான மெடபோலைட்டுகள் சேர்ந்ததும் வளர்ச்சி உச்சநிலையையடைந்து விடுகிறது. எனவேதான் அதே ஊடகம் வேறொரு திசுவுடன் மாறுபட்ட பலனையே அளிக்கிறது. இவ்வாறு வளர்ச்சியை உச்சநிலைக்குக் கொண்டுவரும் ஊடகம் ஒரு நிலைப் படுத்தப்பட்ட ஊடகமென்று அழைக்கப்படுகிறது.

திசுவளர்ப்பில் திசுக்களும் செடியின் பாகங்களும் வளர்வதைத் தடுக்கும் ஆற்றல்

சில சமயங்களில் செடியின் பாகங்கள் ஊடகத்தில் வளர்வதில்லை. பல மரவகைகள், பூசனி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்கள், எல்லா ஒரு வித்திலைத் தாவரங்கள் ஆகியவற்றின் வேர்கள் ஊடகத்தில் வளர்வதில்லையென பானரும் பானரும் (1948) கண்டனர். புதிதாக திசுவளர்ப்பை ஆரம்பிப்போர், எந்தச் செடியை ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக் கொள்வோமென எண்ணும்பொழுது அதற்குமுன் வெளியாகியுள்ள ஆராய்ச்சியின் முடிவுகளைப் பார்க்கவேண்டும். இதனால் எந்தத் தாவரங்களைத் தவிர்க்க வேண்டுமெனத் தெரிந்துகொள்ளலாம். வேர்கள் நன்கு வளரக்கூடிய தாவரங்களின் அட்டவணையும் (புட்ச்சரும் ஸ்டீரிட்டும், 1964) அவ்வாறே கேலஸ் திசுக்களுக்கு ஒரு அட்டவணையும் (காடெரெ, 1959), ஆங்காங்கு இம்மாதிரியான அட்டவணைகளையும் காணலாம்.

திசு வளர்ப்பும் இயங்கா நிலை செல்களும்

இயங்காத நிலையிலுள்ள திசுக்களை வளரும் திசுவின் வளர்சிதை மாற்றத்துடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கவேண்டும். முழு வளர் ஆற்றல் (totipotent) கொண்ட பேரன்கைமா செல்கள் பொருள்களைச் சேகரித்து வைக்கும் திசுக்களாக மாறினால் அவற்றின் வளர்ச்சி தடைபடுகிறது செடிகளின் வகைகளைப் பொறுத்து சர்க்கரை, பாலிசேக்கரைட், கேரட்டினாய்டு (carotinoid), புரோட்டின் படிகங்கள், தரசம், அமினோ அமிலங்கள், அமைடுகள் இன்னோரன்ன பொருள்கள் சேகரித்து வைக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக, உணவு சேகரித்து வைக்கும் உருளைக்கிழங்கின் பாகத்தை வெட்டி அதன் மேற்பரப்பின் மீது ஈரமும் ஆக்ஸிஜனும் படும்படியாக வைத்தால் அதிகமாக சுவாசித்து, தரசம் சர்க்கரையாக மாறி, கரையும் நைட்ரஜன் புரதமாக மாறி, வளர்ச்சியேற்பட வகை செய்கிறது. ஆனால் இவ்வளர்ச்சி காயத்தைச் சரி செய்யும் வரைதான். தேங்காய் நீருடன் 2, 4-Dயோ அல்லது

மற்றெந்த பொருளோ சேர்ந்து ஒரு சினர்ஜிட்டிக் நிலையை உருவாக்கினுல் அதில் திசுக்களின் வளர்ச்சி தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது. வளர்ச்சியின் காரணமாக நைட்ரஜன் வளர்சிதை மாற்றத்திலும், சுவாசித்தலிலும் ஏற்படுகின்ற மாறுதல்கள் அடிப்படையானவை. சுவாசித்தல் அதிகரிக்க, புரதத்தின் சேர்க்கை தூண்டப்படுகிறது. இதனுல் சேகரித்து வைக்கப்பட்டுள்ள கரையும் நைட்ரஜன் அளவு குறைந்து, அமைடுகள் முக்கியமாக அஜ்பராஜின் அதன் முக்கியத்துவம் இழக்கிறது.

ஆகவே, ஊட்டச்சத்து, தண்ணீர், ஆக்ஸிஜன் ஆகியவை வளர்ச்சியின் முக்கிய அங்கம் வகித்தாலும்கூட, அவைகள், பாரம்பரிய வரையறைக்குட்பட்டு, வளர்ச்சி ஊக்கிப் பொருள்களும், அவைகளின் சினர்ஜிஸ்ட்டுகளும், தடுத்து வளர்ப்பவைகளும், ஒழுங்கு படுத்துகின்றனவெனக் கூறலாம்.

திசுவளர்ப்பும் இயற்பியல் காரணங்களும்

இதில் பி. ஹெச் (pH) ஒரு முக்கிய அங்கம் வகிக்கின்றது. ஹைட்ரஜன் அயனிகளின் செறிவு அதிகரித்தால் IAAவின் ஸ்திர நிலை பாதிக்கப்படுகிறது. பாஸ்ஃபேட்டுகள், கன உலோக உப்புக்கள் வீழ்படிவாகி (precipitate) விடுகின்றன. அகார் ஜிலேடினுத லாகி (gelatinize) விடுகின்றது. பொதுவாக 5·0—6·0 பி. ஹெச் சிறந்ததெனக் கருதப்படுகிறது. மக்காக்சோள எண்டோஸ்பெர்மிற்கு 6·0—7·0 சிறந்ததாம். கட்டித் திசுக்கள் 4·5—6·5 வரை நன்கு வளரும்.

வெளிச்சத்தின் முக்கியத்துவம் வலியுறுத்தப்படுகிறது. இருட்டில் வளரும் கேலஸ் திசுவின் செல்களின் உள்ளமைப்பு வெளிச்சத்தில் வளர்வதினின்றும் மாறுபடுகிறது. இருட்டில் வாழும் செல்களில் கணக்கற்ற சிறிய கணிகங்கள் காணப்படுகின்றன. இவை தரசச் சிறுமணிகள் (starch granules) கொண்டிருந்தன. ஆனுல் வண்ணப் பொருள்களெதுவும் தென்படவில்லை. மிக நுண்ணிய அமைப்புகளை ஊன்றிக் கவனித்த பொழுது இங்குமங்குமாக ஒரு சில தைலகாய்டுகளும், (thylacoid) சில வெசிகுலிகளும், (vesiculi) ட்யூபுலிகளும் (tubuli) கொண்டவையாயிருந்தன. வெளிச்சத்திலுள்ள செல்களில் பசுங்கணிகங்கள் இருந்தன. 4 முதல் 8 வரை நுண் அடுக்குகள் கொண்ட கிரானுக்களும் (grana) காணப்பட்டன இது நீல ஒளியால் (ultra violet) விளைகின்றது. ஊடகத்தில் சேர்க்கப்படவேண்டிய வெவ்வேறு பொருள்கள், அவையாற்றும் செயல் போன்றவற்றையும், வெவ்வேறு ஆராய்ச்சியாளர்கள் தயாரித்த ஊடகத்தில், சேர்க்கப்

பட்ட பொருள்கள் பற்றியும் கண்டோம். உதாரணத்திற்காக, ஏதாவதொரு ஆராய்ச்சியாளரின் ஊடகத்தைத் தயாரிக்கும் முறையைப் பற்றி கவனிப்போம்.

ஊடகத்தில் சேர்க்கப்பட வேண்டியதைவிட பத்து மடங்கு அதிகமான செறிவில் அனங்ககப் பொருள்களையும், நூறு மடங்கு செறிவில் வைட்டமின்களையும் தனித்தனியே தயாரித்து இருப்பு கரைசலாக (stock solution) வைத்துக் கொள்ளலாம். அனங்ககப் பொருள்களை 2-5° செ. லும், வைட்டமின் இருப்பு கரைசலை -20° செ. லும் வைத்து கெடாமல் பாதுகாக்க வேண்டும். அங்ககக் பொருள்களை வேண்டும் பொழுது தயாரித்துக் கொள்ளலாம். சுக்ரோஸே மற்ற கார்போஹைட்ரேட்டுகளை விடச் சிறந்ததெனக் கருதுவதால் அதையே எடுத்துக் கொள்வோம். இரும்புச்சத்து போதிய அளவு திசுக்களுக்குக் கிடைக்காமற் போய் விடுகிறதென ஒரு பிரச்சனை தோன்றியது. பி. ஹெச். அதிகரிக்க இரும்புச்சத்து குறைந்து விடுகிறது. வைட், சுக்ரோஸை ஆட்டோகிளேவ் செய்யாமல் வடித்து நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்து பயன்படுத்தினுல் அதிலுள்ள சர்க்கரை அமிலச்சுவடுகள் (குறிப்பாக குளுக்ரானிக் அமிலம், (glucoronic acid) இரும்புடன் ஓரளவு பல்திறக்கூட்டொருமை (complexing) பெற்று திசுவிற்கு இரும்புச் சத்தளிக்கிறதெனக் கண்டார். இதுவும் வரையறுக்கப் பட்டதே. அதிக பி. ஹெச்சில் இது பயனற்றதாகி விடுவதால் மிகவும் நிலையான முறை சிபாரிசு செய்யப்பட்டது. Fe-EDTAவை பயன்படுத்தினுல் அதிக பி. ஹெச்சிலும் நல்ல பலனையளிக்கும், எனவே, 0, 8கி டை சோடியம் எதிலின் டையமின் டெட்ரா-அசெட்டேட்டை நீரில் கரைத்து, 10% ஃப்பெரிக் குளோரைடிலிருந்து 3 மிலி எடுத்து இரண்டுமாகச் சேர்ந்து ஒரு லிட்டராகச் செய்து அதனின்றும் 6·5 மி.லி. யை ஒவ்வொரு லிட்டர் ஊடகத்துடன் சேர்க்க வேண்டும்.

திட ஊடகமாயின் குறிப்பிட்ட செறிவில் அகார் (சிறப்பாக டிஃப்கோ) சேர்க்கப்பட வேண்டும்.

இவ்வாறு ஊடக அட்டவணையில் கண்டுள்ள கலவைப் பொருள்களையெல்லாம் சேர்த்து அதை ஒரு லிட்டர் ஆகச் செய்து (வடித்த நீர் சேர்த்து) இக் குடுவையை, நீருள்ள பாத்திரத்தினுள் வைத்துக் காய்ச்ச வேண்டும். எல்லாப் பொருள்களும் கரைந்து ஊடகம் தெளிவாக இருக்கும் பொழுது அதன் pHச்சைச் சோதித்து பார்க்கவேண்டும். வேண்டிய அளவில் அதை நிலை நிறுத்த, சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு அல்லது ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை சிறுதுளிகளாகச் சேர்த்து சரி செய்யலாம்.

இனி, ஊடகத்தைக் குடுவைகளிலோ, சோதனைக் குழாய்களிலோ தேவைக்குத் தகுந்தாற்போல் எடுத்துக் கொண்டு, அவற்றை மூடவேண்டும். பஞ்சைச் சுருட்டி சல்லடைத் துணியில் கட்டி கெட்டியாக மூடவேண்டும். பஞ்சின் இடைவெளியில் காற்றோட்டத்திற்கு வழியிருப்பதால் மற்ற மூடிகளைவிட இது சிறந்ததெனக் கருதப்படுகிறது. சிலர் வெறும் பஞ்சால் மாத்திரம் மூடுவர். திசு மாற்றம் செய்யும்பொழுது கொள் கலத்தின் வாயை சூடு செய்யும்பொழுது சில பஞ்சு இழைகள் கருகி தூள்கள் உள்ளேவிழ ஏதுவாகும். மேலும், ஊடகத்திலுள்ள நீரானது வெளியேறி, வரண்டு, ஊடகம் வெடிக்காமல் தடுக்க அலுமினிய மூடிகளைப் பஞ்சுமூடிகள் மீது வைகக வேண்டும். (படம் 5) இவைகளை ஆட்டோகிளேவ் செய்து வெளியிலெடுக்க வேண்டும். இப்பொழுது ஊடகம் தயாராகவுள்ளது. அதன் வெப்பம் தணிந்த பின், அதாவது சில மணி நேர இடைவெளிக்குப் பின்னர் அதில் திசு வளர்ப்பு செய்யலாம்.

சில ஊடகங்களின் அட்டவணைகள்

Heller Medium (ஹெறல்லர் ஊடகம்)

	Macro elements	
K Cl	0·75 g	(கி)
Na No_3	0·6 g	
Mg So_4 $7H_2O$	0·25 g	
Na H_2 Po_4 H_2O	0·125 g	
Ca Cl_2 $2H_2O$	0·075 g	
	Micro elements	
Fe Cl_3 $6H_2O$	1 mg	(மி. கி)
Zn So_4 $7H_2O$	1 mg	
H_3 Bo_3	1 mg	
Mn So_4 $4H_2O$	0·1 mg = (0·076 mg MnSo_4 H_2O)	
Cu So_4 $5H_2O$	0·03 mg	
Al Cl3	0·03 mg	
Ni Cl_2 $6H_2O$	0·03 mg	
KI	0 01 mg	
Glucose	30 g	
Agar	10 g	

IAA	1 mg/l	(மி. கி./லி)
Asparagin (=Thiamin)	200 mg/l	
Inosit	100 mg l	
Aneurin	0·1 mg/l	
Riboflavin	0·1 mg/l	
Ca-panto thenal	10 mg/l	
Folic acid	0·1 mg l	
Nicotinic acid	0·1 mg/l	
Biotin	0·1 mg/l	

PH. 5. 4, (பி.ஹெச்)

White's Modified medium

மாற்றியமைக்கப்பட்ட வைட் ஊடகம் (இரங்கசாமி 1961)

Mg So_4 $7H_2O$	360 mg/l
$Ca(No_3)_2$ $4H_2O$	260 mg/l
Na_2 So_4	200 mg/l
NaH_2 Po_4	165 mg/l
KNo_3	80 mg/l
KCl	65 mg l
Mn So_4 $4H_2O$	3 mg/l
Zn So_4 $7H_2O$	0·5 mg/l
H_3 BO_3	0·5 mg/l
Cu So_4 $5H_2O$	0·025 mg/l
Na_2 Mo O_4	0·025 mg/l
Fe C_6 O_5 H_7 $5H_2O$	10 mg/l
Glycine	F 5 mg/l
Nicin	1·25 mg/l
Thiamin HCl	0·25 mg/l
Cal. Panto thena te	0·025 mg/l
Pyridoxine HCl	0·025 mg/l
Sucrose	20 g
Difco agar	0·8%

Revised Medium

ஸ்கூக் ஊடகம் (மாற்றியமைக்கப்பட்டது 1964)

NH_4 No_3	1650 mg
Kno_3	1900 mg
Ca Cl_2 $2H_2O$	44 mg
Mg So_4 $7H_2O$	370 mg

$KH_2 Po_4$	170 mg
Na_2 EDTA	37·3 mg
Fe So_4 $7H_2O$	27·8 mg
$H_3 BO_3$	6·2 mg
Mn So_4 $4H_2O$	22·3 mg
Zn So_4 $4H_2O$	8·6 mg
KI	0·83 mg
Na_2 Mo O_4, $2H_2O$	0·25 mg
Cu So_4 $5H_2O$	0·025 mg
Co Cl_2 $6H_2O$	0 025 mg

Organic Constituents

Sucrose	30 g/l
Agar	10 g/l
3-Indoleacetic Acid	2·0 (1-30) mg l
Ki	0 03 or 0·2 (0·001-10)mg/l
Thiamine HCl	0·400 mg/l
Myo-Inositol	100 mg/l

Optional Constituents

P–Aminobenzoic Acid	0·1 mg/l
Giberrellic acid	1 mg/l
Adenine (Adenine sulphate)	40 mg/l
Tyrosine	100 mg/l
Amino acid mixture (See Ila Motte, 1961)	
Casein hydrolysate(Edamin)	1-3 g/l
Braun's supplement(Braun, A. C)	
Cytidylic acid	200 mg/l
Guanylic acid	200 mg/l
L-Asparagine	500 mg/l
L-Glutamine	500 mg/l

Tobacco leaf extract (Murashige & Skoog 1962)
PH adjusted to 5, 6 with 1 N NaOH

5 ml/l of a stock sol. Containing 5, 57g $FeSo_4$ $7H_2O$ and 7. 45G. Na_2 EDTA/l of H_2O

அண்மையில் வெளிவந்துள்ள இரு புத்தகங்களை இங்கு குறிப்பிடாமல் இருக்கமுடியாது. தாவரங்களின் வளர்ச்சியும் வேதியியல் பொருள்களும் என்பதுபற்றி ஸ்டூவர்டும், கிரிகோரியனும் (Steward and Krikorian, 1971) எழுதியுள்ளனர். ஆஸ்திரேலியாவில் நடைபெற்ற ஏழாவது அகில உலக "தாவர வளர்ஊக்கிப் பொருள்கள்" மகாநாட்டின் கருத்துரைகளை கார் (Carr, 1970) தொகுத்தளித்துள்ளார்.

குறிப்புத் தேட்டம்

ABBOTT, A. J., 1963. The growth and development of excised roots in relation to trace element deficiencies.
Ph.D. Thesis University of Bristol.

ALMESTRAND, A., 1957. Growth and metabolism of isolated cereal roots.
Physiol Plantarum (Kobenh)
10: 521—620.

AMEMIYA, A. H., AKEMINE, H. and TORIYAMA, K., 1956. Cultural conditions and growths of immature embryo in rice plant. Studies on the embryo culture in rice plant. I.
Bull. Nat. Inst. Agri. Sci. D.
Tokyo. **6**: 1—40.

ARYA, H.C., HILDEBRANDT A.C. and RIKER A.J., 1962. Clonal variation of grape stem and *Phylloxera gall* callus growing *in vitro* in different concentrations of sugar.
Am. J. Bot. **49**: 368—372.

BALL, E., 1953. Persistence of C^{14} in a callus culture of *Sequoia sempervirens*.
Growth **17**: 169—182.

BÖRNER, H., 1960. Liberation of organic substances from higher plants and their rôle in the soil sickness problem.
Bot. Rev. **26**: 393—424.

BOLL, W.G., 1954. Investigations into the function of pyridoxin as growth factor for excised tomato root.
Pl. Physiol. **29**: 325—331.

BONNER, J., 1943. Further experiments on the nutrition of isolated tomato roots.
Bull. Torrey Bot. Cl. **70**: 184–189.

BONNER, J. and BONNER, H. 1948. The B. Vitamins as plant hormones.
Vitam. Horm. **6**: 225–275.

BRIAN, P. W., 1957. Effects of Gibberellins on Plant Growth and Development.
Biol. Rev. **34**: 37—85.

BUTCHER, D. N. & H. E. STREET, 1960a—Effects of kinetin on the growth of excised tomato roots.
Physiol Plant. **13**: 46-55

BUTCHER, D. N. & H. E. STREET, 1960b—The Effects of gibberellins on the growth of excised tomato roots.
J. Expt. Bot. **11**: 206-216

BUTCHER, D. N. & H. E. STREET, 1964—Excised root culture.
Bot. Rev. **30**: 1-29

CARR, D. J., 1970: Plant growth substances, 1970, 7th international, Conference on plant growth substances, Australia.
Ed. D. J. Carr.

CHAILAKHYAN, M. Kh., 1963. Gibberelliny ikh deisitive na rasteniya i perspektivy ispol 'zovaniya v rasteniveodstve.
In: Sbornik " Gibberelliny i ikh deistvie na rasteniya".
Izdatel'stvo AN SSSR. 7—28.

CLAVER, F. K., 1970. The effects of abscisic acid on tuberization of potato sprouts *in vitro*.
Pyton 27: 25—29.

CONSTABEL, F., 1958. La culture des tissus de *juniperus communis*
Rev. gen. Bot. 65: 390—396.

CZOSNOWSKI, J., 1952. Badania nad gospodarka, witaminowa, thanek róslinnych hodowanych in vitro na tle ich gospodarki substancjami wzrostowymi typu auksyny.
Prace kom. biol., Poznàn.
Towarz. Przyjaciol nauk. **13**: 209—246.

DAVID, S. B., 1958. Studies on the aminoacid nutrition of excised roots of *Medicago Sativa* L.
" Modern Developments in plant physiology".
Dept. of Botany Delhi.

DE MAGGIO, A. E & R. E. WETMORE. 1961.
Morphogenetic studies on the fern
Todea barbara.
III. Exprimental embryology.
Am. J. Bot. **18**: 551—565

DEYSSON, G., 1961.
La Kinetine-hormone de croissance.
Rev. Hortic. **133**: 180—184.

FERGUSON, J. D., STREET, H. E. & S. B. DAVID, 1958. The carbohydrate nutrition of excised tomato roots. VI. The inhibition of excised root growth by galactose and mannose and its reversal by dextrose and xylose.
Ann. Bot. **22**: 525

GALSTON, A. W. & R. KAUR. 1961. The intra cellular locale of Auxin Action: an effect of auxin of the Physical state of cytoplasmic proteins.
In. Plant growth Regulators.
4th inter. nat. Conf Iowa Univ. Press.
P. 355—361.

GALSTON, A. W. & KAUR, R. 1962. Pectin-protein Interactions and mechanism of Auxin action.
Pl. Physiol. 37. Suppl XV.

GAUTHERET, R. J., 1941. Action du saccharose sur la croissance des tissues de Carotte.
C. R. Soc. Biol. Paris. 135; 875

GAUTHERET, R. J., 1942. Hetro-auxines et cultures de tissues vègètaux.
Bull, Soc. Chem. Biol. 24: 13

GAUTHERET, R. J., 1945. Une voie nouvelle en biologie. Vègètale: la culture des tissues.
Gallimard, Paris.

GAUTHERET, R. J. 1959. La culture des tissues vègètaux Paris.

GOLDSWORTHY, A., 1964. Studies in the carbohydrate metabolism of excised roots,
Ph. d, Thesis, Univ. of Wales

HACCIUS, B & K. K. LAKSHMANAN, 1965. Adventiv-embryonen aus *Nicotiana* - Kallus, der bei hohen lichtintensi-taten kultiviert wurde.
Planta. 65: 102—104

HANNAY, J. W., FLETCHER, B. H. & STREET, H. E. 1959. Studier on the growth of excised roots. IX. The effects of other nutrient ions upon the growth of excised tomato roots supplied with various nitrogen sources.
New Phytol. 58 : 142.

HARRIS, G. P., 1956. Amino acids as nitrogen sources for the growth of excised oat embryos.
New Phytol. 55 : 253

HELLER, R., 1953. Recherches sur la nutrition minérale des tissues vegetaux cultivès *in vitro*.
These. Paris.
Ann. Sci. nat-Bot. biol. et. végét. 14 : 1—223

HELLER, R., 1954. Les besoins mineraux des tissues en culture.
Annèe biol 30 : 361.

HILDEBRANDT, A. C., & A. K. RIKER, 1949. The influence of various Carbon compounds on the growth of marigold, Paris-daisy, periwinkle, sunflower and tobacco. tissue *In vitro*.

Am. J. Bot. 36 : 75

HILDEBRANDT, A. C. & A. J. RIKER, 1953. Influence of concentrations of sugars and polysaccharides on callus tissue growths *in vitro*.

Am. J. Bot. 40 : 66.

HILDEBRANDT, A. C, WILMAR, J. C., JOHNS, & A. J. RIKER, 1963. Growth of edible chlorophyllous plant tissues *in vitro*.
Am. J. Bot. 50 : 248–254

INGRAM, D. S. & D. N. BUTCHER, 1972. Benazolin (4-chloro-2-oxobenzothiazolin-3 yl acetic acid) as a Growth factor for Initiating and Maintaining Plant Tissue Cultures.

Z. Pflanzenphysiol 66 : 206 –214

KOBLITZ, H., 1961. Uber den einfluss der Zusammensetzung des Nahrmediums auf Wachstum, Organbildung-and ausseren Habitus von gewebekulturen der Karotte.

Z. Bot. 49 : 219–234

KOBLITZ, H., 1958. Uber die unterschiedlichen Wirkungen der stimulierenden Stoffe aus der Cocasmilch und dem festen Endosperm der Cocosnuss auf Gewebekulturen.
Naturwis 45 : 447—448

LANG, A., 1957. The effect of Gibberellin upon Flower Formation.

Proc. Nat. Acad. Sci. 43 : 709—717

LIBBERT, E., WICHNER, S., SCHIEWER, U., RISCH, H. & KAISER, W. 1966. The influence of epiphytic bacteria on auxin metabolism.

Planta. 68 : 327—334

LINSMAIER, E. M. & F. SKOOG, 1965. Organic growth factor requirements of Tobacco Tissue Cultures.

Physiol. Plantarum 18 : 100—127

LOEWENBERG, J. R. & F. SKOOG, 1952. Pine Tissue Cultures, Physiol. Plantaram 5: 33—36

LYTTLETON, J. W., 1960. Stabilisation by manganese ions of ribosomes from embryonic plant tissues.
Nature 187: 1026

MELIN, E., 1954. Growth factor requirements of mycorrhizal fungi of forest trees.
Sevensk bot. Tidskr. 48: 86—97

MILLER, C. O., 1961, Kinetin and Related compounds in plant Growth.
Ann. Rev, Pl. Physiol 12: 395—408

MOREL, G. 1946, Action de lácide pantothènique sur la croissarce des tissues de aubèpine cultivès *in vitro*,
C. r. hebd seanc. Acad Sci., Paris. 223 166—168.

MURASHIGE, T & SKOOG, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures.
Physiologia Pl. 15: 473—497

NICHIPOROVICH, A. A., N. P. VOSKRESENSKAYA & R. G. BUTENKO 1961. Effect of Radiation of Various Wave Length Regions on Plant Composition.
In: " Recent Advances in Botany ".
Univ. Toronto Press.
: P. 1039—46

NICKELL, L. G. & W. TULECKE. 1960. Submerged growth of Cells of Higher plants.
J. Biochem. Microbiol. Technology and Engineering.
2: 287—297

NITSCH J. P. 1951. Growth and develpment *in vitro* of excised ovaries
Am. J. Bot. 38: 556—5

NITSCH, J P. 1954. Action du jus de tomate sur la croissance de certains tissues et organes végétaux.
Bull Soc Bot. France 101: 433—440

NITSCH, J. P. 1961. Présènce d' une substance type "Cinetine" dans le jus de tomate.
Bull. Soc. Bot. France **107**: 263—266.

NITSCH, J. P. & C. NITSCH. 1955. Action synergique des auxines et du jus de tomate sur la croissance de tissues végétaux cultivés *in vitro.*
Bull: Soc. Bot. France **102**: 519—532.

NITSCH, J. P, & C. NITSCH. 1956. Auxin-dependent growth of excised *Helianthus tuberosus* tissues.
Am J. Bot. **43**: 839—851

NITSCH, J. P. & C. NITSCH., 1957. Auxin-dependent growth of excised *Helianthus tuberosus* tissues II. Organic nitro-genous compound.
Am. J. Bot. **44**: 555—564

NOBÉCOURT, P. 1937. Cultures en serie de tissues vègètaux sur milieu artificiel -
C. Hebd. seanc. Acad sci paris **205**: 521—523

NORTON, J. P. & W. G. BOLL. 1954. Callus and shoot formation from tomato roots *in vitro*
C. r. hebd. Seanc. Acad Sci. Paris **119**: 22)—221

PARIS, D. & L. DUHAMET. 1953. Action dún mèlange l'acidies aminès et de vitamines sur la prolifèration des cultures de tissus de crown gall de Scorsonère; Comparison avec l' action du lait de Coco.
C. r. hebd. Seanc. Acad Sci. Paris **236**: 1690—1692.

POLLARD, J. K., E. M. SHANTZ & F. C. STEWARD. 1961. Hexitols in Coconut Milk: Their Role in nurture of Dividing Cells.
Pl. Physiol. **36**: 492—501.

RANGASWAMY, N. S. 1961. Experimental studies on female reproductive structure of *Citrus microcarpa* Bunge.
Phytomorphology **11**: 109—127

REINERT, J. 1959. Uber die Kontrolle der Morphogenese und die Induktion von Adventivembryonen an gewebekulturen aus Karotten. Planta 53: 318–33

REINERT, J. & P. R, WHITE. 1956. The cultivation *in vitro* of tumor tissues of *Picea glanca*.
Physiol Plantarum. 9: 177–189

RIJVEN, A. H. G. C., 1952.
in vitro studies on the embryo of *Capsella bursa-pastoris*.
Acta bot néerl. 1: 158

ROBERTS, E. H. & H. E. STREET. 1955 The continuous culture of exicised rye roots.
Physiol. Plant. 8: 238

SHANTZ, E. M., K. MEARS & F. C. STEWARD. 1958. Effects on Carrot tissue of Coconut Milk and of Kinetin and Certain of its Analogues.
Pl. Physiol. 33: Suppl. XVI

SHANTZ, E. M., F. C. STEWARD., M. S. SMITH & R. L. WAIN 1955. Investigations on growth and Metabolism of Plant Cells VI Growth of potato Tuber Tissue in Culture. The Synergistic Action of Coconut Milk and Some synthetic Growth Regulating Compounds.
Ann. Bot. 19: 49–58

SHEAT, D. E. G., FLETCHER, B. H. & STREET, H. E. 1959
Studies on the growth of excised roots. VIII. The growth of excised tomato roots supplied with various sources of mitrogen.
New Phytol. 58: 128

SRIVASTAVA, S. B. J. & M, SHAW. 1961. Growth substances in coconut Meat and Wheat Leaves.
Pl. Physiol. 36: Suppl. VIII

STEWARD, F. C. 1961. Organization and integration: Some Problems of Cells, their Growth and Nutrition.

In: "Purdue Symposium on Growth" N. Y.
P. 453—490

STEWARD, F. C. 1962. The Growth - Promoting Qualities of Endosperm.
Recent Advances in Bot. 2: 1103—1107

STEWARD, F. C & R. G. S. BIDWELL, 1958.
Nitrogen Metabolism, Respiration and Growth of Cultural Plant Tissue VI. The Impact on protein Metabolism and Respiration of Carrot Tissues Explants.
General Discussion of Results,
J. Exptl. Bot. 17 : 285—305

STEWARD, F. C. & R. G. S. BIDWELL. 1962. The free nitrogen Compounds in plants considered in relation to metabolism, Growth and development.
P. 667—93
In: "Amino Acid Pools" Elsevier Amsterdam.

STEWARD, F. C., R. G. S. BIDWELL & YEMM, E. W., 1958. Nitrogen Metabolism Respiration and Growth.
J. exp. Bot. 9: 11—42

STEWARD, F. C., & S. M. CAPLIN, 1952. Investigation on growth and metabolism of plant cells. III Evidence for growth inhibition in certain mature tissues.
Ann. Bot. 16: 477—489

STEWARD, F. C, & S. M. CAPLIN, 1952. Investigations on growth and Metabolism of plant cells. IV Evidence on the role of the Coconut milk factor in development.
Ann. Bot. 16: 491—504

STEWARD, F. C. & S. M. CAPLIN, 1954. The growth of carrot tissue explants and its relation to the growth factors present in Coconut milk I. The development of the Quantitative Method and the factors affecting the growth of Carrot Tissue Explants.
Ann. Bot. 30: 385—394

STEWARD, F. C. and A. D. KRIKORIAN, 1971 Plants, Chemicals and Growth Academic Press.

STEWARD, F. C., M. O. MAPES & J. SMITH, 1958. Growth and organized development of cultured cells I. Growth and division of freely suspended cells.

Am. J. Bot. 45: 693—703

STEWARD, F. C., M. O. MAPES & J. SMITH, 1958. Growth and organized development of cultured cells II. Organization in culture growth from freely suspended cells.

Am. J. Bot. 45: 705—709

STEWARD, F. C., POLIARD, J. K. PATCHETT, A. A. & B. WITKOP. 1958. The effect of selected nitrogen compounds on the growth of plant tissue cultures.

Beockim. biophys. Acta. 23: 308—317

STEWARD, F. C. & E. M. SHANTZ. 1952, Coconut Milk Factor the Growth Promoting Substances in Coconut Milk.

J. Amer. Chem. Soc. 74: 6133,

STEWARD, F. C. & E. M. SHANTZ. 1955. The chemical Induction of Growth in Plant Tissue Cultures 2. Methods of Tissue Culture and the Analysis of Growth. B. The Chemical Nature of the Growth - Promoting substances in Coconut Milk and Similar Fluids: the Present Situation.

In: "The Chemistry" a. mode of Action

STEWARD, F. & E. M. SHANTZ, 1959. The Chemical Regulation of Growth Some Substances and Extracts which induce growth and Morphogenesis.

Ann. Rev. Pl. Physiol. 10: 379—404

STEWARD, F. C., SHANTZ, E. M., J. K. POLIARD, M. O. MAPES & J. MITRA. 1961. Growth Induction in Explanted Cells and Tissues: Metabolic and Morphogenetic Manifestations. 12th Growth Symp. 193—244

STEWARD, F. C., THOMPSON, J. F. & J. K. POLLARD, 1958. Contrasts in nitrogenous Composition of rapidly growing and non - growing plant tissues.
J. exp. Bot. 9: 1—10

STRAUS, J & C. D. LA RUE. 1954, Maize Endosperm Tissue Grown *in vitro* I Cultural requirements.
Am. j. Bot. 41: 687—694

STREET, H. 1957. Nutrition and metabolism of plant tissue Cultures —
J. nat. Cancer Inst. 19: 467—485

STREET, H. E & D. E. G. SHEAT. 1958. The absorption and availability of nitrate and ammonia.
In: Encyclop. of Plant Physiology.
Ed. Ruhland. w
8: 150—161

STRONG, F. M. 1958. Topics in Microbial Chemistv.
Antimycin, Coenzyme A. Kinetin and Kinins. N. Y. p 166

THIMANN, K. V, GROCHOWSKA, M. & C. AVADHANI, P. N. 1967. The role of tryptophan as an IAA precursor.
Abst. VIIth International Conference on plant Growth.
Substances Carleton Univ.

TORREY, J. G. & J. SAIGEMURA. 1957. Growth and Controlled Morphogenesis in Pea Root Callus Tissue Grown in Liquid Media.
Am. J. Bot. 44: 334—344

TRYON, K. 1955. Root Tumors on *Nicotiana affinis* Seedling Grown *in vitro* on a Malt and yeast Extract Medium.
Am. J. Bot. 42: 604—611

TULECKE, W. 1957. The pollen of *Ginkgo biloba in vitro* Culture and tissue formation
Am. J. Bot. 44: 602—608

TULECKE, W., L. H. WEINSTEIN, A. RUTNER & H. J. LAURENCOT. Jr. 1961. The Biochemical Composition of Coconut Water (Coconut Milk) as related to its use in plant Tissue Culture. Contrib. Boyce Thompson Inst. **21**: 115–128

VAN OVERBEEK, J. 1961. New Theory on the Primary Mode of Auxin Action.

In: "Plant Growth Regulation". P. 449–461, 4th Internat. Conf. Iowa Univ. Press.

VAN OVERBEEK, J, CONKLIN, M. E. & BLAKESLEE. A. F. 1921. Factors in Coconut milk essential for growth and development of very young *Datura* embryos.

Science **94**: 350

VAN OVERBEEK, J., CONKLIN, M. E. & A. F. BLAKESLEE. 1942. Cultivation *in vitro* of small *Datura* embryos.

Amer. J. Bot. **29**: 472–477

WHITE, P. R. 1932. The influence of some environmental conditions on the growth of excised root tips of wheat Seedlings in liquid media.

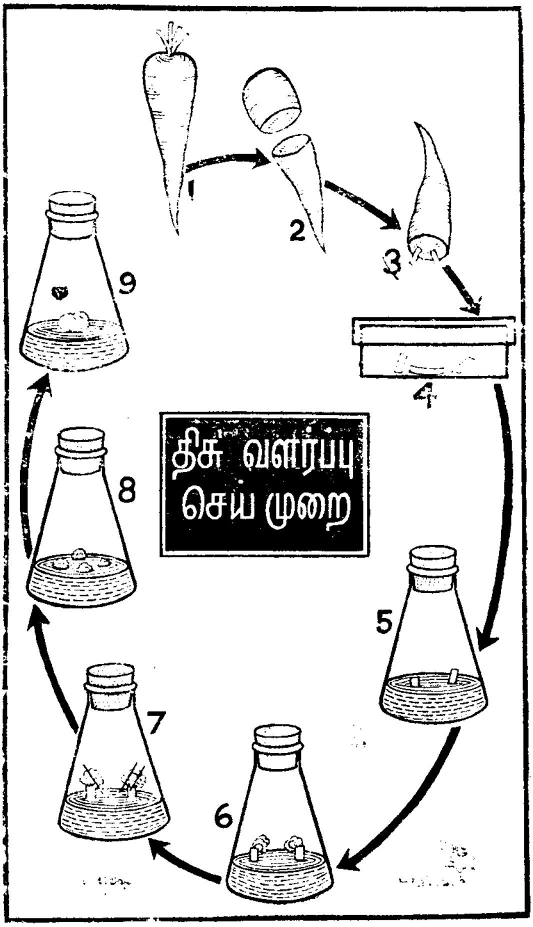
Pl. Physiol. **7**: 613–628

5. திசு வளர்ப்பு செய்யும் முறை

எந்த உயிருள்ள செல்லையும் ஊடகத்தில் வளர்க்கலாமென்பது தத்துவ ரீதியில் சரியானதாகும். இவ்வாறு வளர்க்கப்படும் செல்கள், செடியின் பாகங்கள் அல்லது செடியின் உறுப்புகள்—இலை, மஞ்சரி, பூ—வளர்ச்சியில் முன்னேறி ஒரு முழுதாவரமாகவோ அல்லது பூவாக, மஞ்சரியாக வளர்ந்து முழு வளர்ச்சியுடன் தோற்றமளிக்கலாம். அதற்கு மாறாக, எடுத்துக்கொள்ளும் ஒரு பாகமானது வளர்ச்சியில் முன்னேறாது செல் பகுப்புகள் மாத்திரம் ஏற்பட்டு, செல் வேறுபாடின்றி—உயிர்மப்பெருக்க, வளர்ச்சி (proliferation)யடைந்து—ஒரு செல் திரட்சியாக வாழலாம். வேறுபாடடையாத செல்கள் கொண்ட செல் கூட்டு (cell mass) அமைப்பை கேலஸ் (callus) என்றழைப்பர். இதை கேலஸ் திசுவென்றும் சுருக்கமாக திசு என்றும் குறிப்பிடுவர். இத் திசுவின் தன்மைக்கும் தாவரங்களின் உள்ளமைப்பிலுள்ள திசுக்களுக்குமுள்ள வேறுபாட்டை மறக்கலாகாது.

கேலஸ் திசுவை தோற்றுவிக்கும் முறையை விளக்க கேரட்டை எடுத்துக் கொள்வது வழக்கமாகிவிட்டது. கேரட்டின் வேரை தனி ஆல்கஹாலில் (absolute alcohol) நனைத்து நெருப்பில் காட்டி வெளிப்புறத்தை நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம்செய்தல் வேண்டும். இவற்றையெல்லாம் எவ்விடத்திலிருந்து செய்கிறோமென்பதை ஊகிக்கவும். ஓரிருமுறை கேரட்டின் வெளிப்புறத்தை ஆல்கஹால் உதவிகொண்டு தூய்மை செய்தபின் துண்டுகளாகக் கையினாலேயே ஒடிக்கலாம். வெளியில் தெரியும் சாற்றுக்குழாயுள்ள பாகத்தையோ, மத்திய பேரன்கைமா திசுவையோ, நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யப்பட்ட கார்க் துளைப்பான் மூலம் சிறு சிறு துண்டுகளாகத் துளைத்தெடுத்து ஊடகத்திற்கு மாற்றவேண்டும். இதற்கு கண்ணாடிச் சிற்றகல்களைத் தாராளமாகப் பயன்படுத்தலாம். வேலை செய்யும் இடத்தில் திறந்த இடத்தில் கேரட்டின் துண்டுகளைப் போடக் கூடாது. ஒடித்து எடுத்தபின் சுத்தமான சிற்றகல்களில் அவற்றை வைத்துக்கொண்டு ஒவ்வொன்றாக

எடுத்து நம் சோதனையின் நோக்கத்தை நிறைவேற்ற வேண்டும். எவ்வளவு கவனமாக நோய் நுண்மை நீர்வாக்கம் செய்தாலும் 25—30% கிருமிகளால் பாதிக்கப்படுகிறதென்பது சிறந்த வெளி நாட்டு சோதனைக் கூடங்களிலுள்ளோரின் கருத்தாகும். எனவே



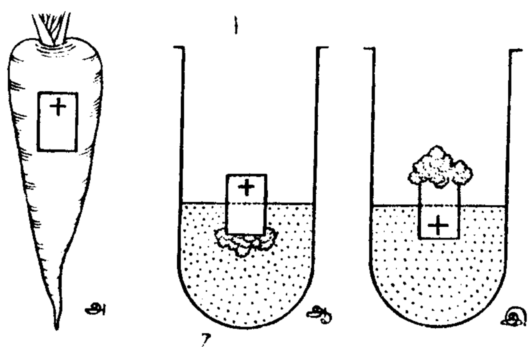
படம் 17

திசு வளர்ப்பு செய்முறை

1. திசு வளர்ப்பிற்கு எடுத்துக்கொண்ட கேரட். 2. நோய்நுண்மை நீர்வாக்கம் செய்தபின் கேரட்டை ஒடித்தல். 3. துளைப்பான் கொண்டு வேண்டிய பாகங்களை துண்டித்து எடுத்தல். 4, பிரித்தெடுக்கப்பட்ட கேரட்டின் பாகங்கள் சிற்றகல்களிலுள்ளன. 5. ஊடகத்திற்கு மாற்றுதல். 6. கேலஸ் தோன்றல். 7, 8. கேலஸை விருத்தி செய்தல், 9. நிலை பெற்ற திசு அடைதல்.

நம்மைச் சுற்றிலும் தூய்மையாக வைத்துக்கொண்டு, யாரையும் செய்முறை அறையினுள் அனுமதியாது கவனமாகச் செய்தல் வேண்டும். இம்மாதிரியான முயற்சிகளில் சிறிது தோல்வி கண்டாலும் மனோதைரியத்தைக் கைவிடாது ஊக்கத்துடன், தொடர்ந்து, சோதனைகளைச் செய்ய வேண்டுமென்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்க தொன்றாகும். சில நாட்களுக்குப்பின், ஊடகத்தினுள் வைக்கப்பட்ட கேரட் துண்டின்மீது கேலஸ் தோன்றும். இக் கேலஸைப் பிரித்தெடுத்து, சிறு பாகங்களாக்கி பல குடுவைகளுக்கு மாற்றி வளர்க்க வேண்டும். பொதுவாக, 3—4 வாரங்களுக்கொருமுறை இவ்வாறு ஊடகத்தை மாற்றி வளர்த்தபின் நிலைபெற்ற திசுவைப் (stable tissue) பெறுவோம் (படம் 17). இக்கேலஸ் தோன்ற, ஆரம்பத்திலிருந்து இருட்டில் வைப்போருமுண்டு.

இதில் மற்றொரு அம்சத்தையும் கவனிக்க வேண்டும். கார்க் துளைகள் கொண்டு எடுக்கப்பட்ட துண்டுகளை எவ்வாறு ஊடகத்தின்மீது வைக்கிறோமென்பதும் முக்கியமே. இக் கேலஸ் வளர்வதில் முனைப்பு (அல்லது துருவச்சார்பு) நிலைநாட்டப்படுகிறது. எப்பாகம் ஊடகத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருந்தாலும் வேர் முனைப் பக்கத்தில்தான் கேலஸ் அதிகம் தோன்றி வளர்கிறது.



படம் 18

அ. திசு வளர்ப்பிற்கு பயன்படுத்தும் கேரட், அதனின்றும் பிரித்தெடுக்கும் பகுதியும், + குறியிட்டது தண்டு துருவம் என்பதும் காட்டப்பட்டுள்ளது.
ஆ. பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பகுதியின் வேர் முனையில் கேலஸ் தோன்றுதல்.
இ. பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பகுதியை மாற்றி வைத்த பின்னரும் வேர் முனையில் கேலஸ் தோன்றுவதை கவனிக்க.

(படம் 18). சாறு முறைகளாலும் வண்ணப்பகுப்பு முறைகளாலும் வேர்ப்பாகத்தில் அதிக ஆக்ஸின்களுள்ளனவென்று காட்டப்பட்டுள்ளன.

தண்டுகளைத் திசு வளர்ப்புச் செய்ய, பொதுவாக, முதலிரண்டு மூன்று கணு இடைவெளிகளுக்கிடையேயெடுத்து வளர்ப்பர். அவற்றில் கேலஸ் தோன்றியதும் அதை மீண்டும் வளர்ப்புச் செய்து கேலஸை நிலைக்க வைக்கின்றனர். இதைப் போலவே, உயிருள்ள எல்லா செல்களையும் ஊடகத்தில் வளர்க்கலாமென்று கூறினாலும், கேம்பியத்தையும் அதையொட்டிய செல்களையும் தண்டின் மத்தியிலுள்ள பேரன்கைமா செல்களையுமே அதிகமாகத் தேர்ந்தெடுக்கின்றனர். வித்திலைக் கீழ்த்தண்டினை திசு வளர்ப்புச் செய்வதும் அதிகமாக நடைபெறுகிறது.

திசு வளர்ப்பின் வெற்றி, அத்திசு எந்தத் தாவரத்திலிருந்து தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டது, எந்தப் பகுதியிலிருந்து பெறப்பட்டது, எந்தப் பருவகாலத்தில் பிரித்தெடுக்கப்பட்டது, பிரித்தெடுக்கப் படும்பொழுது அத்தாவரத்தின் வயது, வளர்க்கும் ஊடகத்தின் தன்மை, அதற்களிக்கப்படும் இயற்பியற்காரணிகள்போன்ற பலவற்றையும் பொறுத்துள்ளன.

5-1. திசு வளர்ப்பில் பயன்படும் தாவரங்களும் அதன் பாகங்களும்

எவ்வகைத் தாவரங்களை திசு வளர்ப்பிற்கு எடுத்துக்கொள்ள வேண்டும் எனத் தெரிந்து கொள்வது முக்கியமாகும். இம்முயற்சி யில் வெற்றி பெறுவது விஞ்ஞானியின் அதிர்ஷ்டத்தையும் ஓரளவு பொறுத்தது என்பது மேலை நாட்டினர் கூற்று. வைட்டும், காதெரெயும் வேறு திசுக்களைத் தேர்ந்தெடுத்திருந்தால் இவ்வளவு வெற்றியடைந்திருப்பார்களாவென்ற ஆச்சரியத்துடன் கூடிய வினவை எழுப்புகின்றனர்.

எந்தெந்த தாவரங்களிலிருந்து திசுக்கள் பெறப்பட்டன வென்பதை ஒரு பட்டியலில் காதெரெ (1959) காட்டியுள்ளார். அதன்பின் எவ்வளவோ தாவரங்களின் திசுக்களைப் பயன்படுத்தி யுள்ளனர். அவரது குறிப்பிலிருந்து, எடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட தாவரங்களின் பலவகைத் தன்மையைக் காணலாம். உயர்வகைத் தாவரங்களின்—ஒரு வித்திலை, இரு வித்திலைத் தாவரங்கள்—கொடிகள், செடிகள், மரங்கள் ஆகியவற்றின் வெவ்வேறு பாகங் களிலிருந்து கேலஸ் பெறப்பட்டுள்ளன. தண்டு, வேர், இலைகள், மற்றும் கிழங்குகளிலிருந்தும் திசுக்களை எடுத்து ஆராய்ச்சியில் ஈடுபடுத்தியுள்ளனர். மேலும் கீழினத் தாவரங்களிலிருந்தும் திசுக்கள் பெறப்பட்டுள்ளன.

ராவுல்ஃபியா செர்பென்டினா, டைக்கிரோஆ ஃபெப்ரிஃபுகா (Dichraoa febrifuga), **பானக்ஸ் கின்ஸெங்** (Panax ginseng), **வின்கா**

ரோஸியா போன்ற மருந்து சார்ந்த தாவரங்களும் திசு வளர்ப்பின் கீழ் கொண்டுவரப்பட்டுள்ளன.

இவ்வாறு வெவ்வேறு தாவரங்களிலிருந்தும் தாவரத்தின் பல்வேறு பாகங்களிலிருந்தும் திசுக்களைப் பெற்றாலும் பொதுவாக, இருவித்திலைத் தாவரங்களிலிருந்துதான் அதிகமான திசுக்கள் பெறப்பட்டுள்ளன.

வேண்டிய தண்டின் பாகத்தை, செயல்முறை அறையில், நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம்செய்து, தேவையில்லாத பாகங்களை செதுக்கியெடுத்துவிட்டு, (2-3 மி. மீ. கனமுள்ள) சிறுதட்டுகள் போல் வெட்டி ஊடகத்தின்மீது வைத்து வளர்க்கலாம். வெளிப் பாகங்களை வெட்டியெடுக்க முடியாத அளவு சிறிய தண்டுகளாக விருந்தால், எத்தனாலால் நன்கு துடைத்து சிறு தட்டுக்களாக வெட்டி நேராக ஊடகத்திற்கு மாற்றலாம். கிழங்கு போன்ற பூமிக்கடியிலுள்ள பாகங்களில் பாக்டீரியாக்களிருக்கும். இவற்றி லின்றும் கேலஸ் திசுக்களை பெறுவது சிறிது சிரமமாகவிருக்கலாம். முதிர்ந்த தண்டிலிருந்தும் நாற்றின் தண்டிலிருந்தும் பெறும் கேலஸ் திசுக்களுக்கிடையே இரு வித்தியாசங்களுள்ளன. நாற்றின் திசு ஸ்திரநிலையற்றதாகவும், ஆனால் சாதகமற்ற ஊடகத்திலும் வளரும் தன்மையுள்ளது. (ராபின்ஸ், ஹெர்வே : Robbins and Hervey, 1970) அதற்கு மாறானது முதிர்ந்த தண்டிலிருந்து பெறும் கேலஸ்.

இதே சிரமம் வேர்களை வளர்ப்பதிலும் உள்ளது. இதைத் தவிர்க்க, சக்தி வாய்ந்த முறைகளைப் பயன்படுத்தி நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்தால் வேரில் செல்கள் பாதிக்கப்படுகின்றன. எனவே, பெரும்பாலும் விதைகளை நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்து கண்ணாடிச்சிற்றகல்களில் முளைக்கவைத்து அவற்றினின்றும் வேர்ப்பாகங்களை திசு வளர்ப்பின்கீழ் கொண்டு வருகின்றனர். நோபெ கோர்ட் முதன்முறையாக வேரினின்றும் கேலஸ் திசுவைப் பெற்றார். வேரின் நுனியையோ, வேரின் பாகத்தையோ வெட்டி எடுத்து திசு வளர்ப்புச் செய்யலாம்.

இலைகளையும் திசு வளர்ப்பின்கீழ்க் கொண்டுவந்துள்ளனர். இலைகளின் வளர்முறைபற்றி அறியவும், கேலஸ் திசு பெறவும் இதைப் பயன்படுத்துகின்றனர். சதைப்பற்றுள்ள இலைகளிலிருந்து சுலபமாக் கேலஸ் பெறப்படுகின்றன. ஸியாடினை ஊடகத்துடன் சேர்த்து புகையிலையின் இலைத் திசுக்களில் மொட்டுகளைத் தோற்று வித்துள்ளனர். மேக்லியா கார்டேட்டா (Macleaya cordata),

இப்போமியா பட்டாடாஸ்(Ipomoea batatas), ஃபார்பிட்டிஸ் பர்பூரியா (Pharbitis purpurea) போன்றவற்றின் இலை இடைத்திசுக்களை கோஹ்லென்பாக் (Kohlenbach) என்ற ஜெர்மானிய விஞ்ஞானி அவரது ஆராய்ச்சிக்கூடத்தில் திசு வளர்ப்புச் செய்து பல புற அமைப்புத் தோன்றலைக் காட்டியுள்ளார். அதே ஊடகத்தில் (இளநீரும் 2, 4-Dம் கொண்டது.) ரியோ ஸ்பதாசியா (Rhoeo spathacea) வின் புறத்தோல் செல்களை வளர்ப்புச் செய்து எவ்வித புற அமைப்புத் தோன்றலையும் காண இயலவில்லை. முதிர்ந்த இச்செல்கள் சைனின்களை பயன்படுத்தி அதில் உணவைத் தயார் செய்து சேகரித்து வைத்துக் கொள்வதில் கவனமாக இருக்கின்றனவேயொழிய புற அமைப்புத் தோன்றலில் அல்ல.

இலையின் காம்புகளையும் திசுவளர்ப்பு செய்கின்றனர். இலையின் காம்பிலிருந்து வேர்கள் தோன்றுவதுபற்றி லுனேரியா ஏனுவா வில்(Lunria annua) விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. (பீரிக், Pierik, 1972). திசுவளர்ப்பிலுள்ள தண்டில் வேர்கள் தோன்றுவதில் ஈடுபட்டுள்ள காரணிகள் இங்கும் உள்ளன. ஆக்ஸினும் சர்க்கரையும் தேவைப்படுவதும் வெளிச்சம் தடுத்துப் பாதிப்பதும் ஒன்றே போலுள்ளது. மேலும், காம்பின் வயதும், ஊடகத்தின் மீது வைக்கப்படும் காம்பின் நுனியும் முக்கியமானது. இளமையான காம்பில் வேர்கள் சீக்கிரம் தோன்றுகின்றன. காம்பின் அடிப்பாகம் ஊடகத்தைத் தொட்டுக் கொண்டிருந்தால் வேர்கள் தோன்றுகின்றன. ஆயினும் நுனிப்பாகம் தொட்டுக் கொண்டிருந்தால் தான் வேர்களில் நீட்சி ஏற்படுகிறது.

வெளிச்சத்தின் பணி புரியாதவொன்றாக உள்ளது. சில தாவரங்களில் வேர் தோன்றலை ஊக்குவிக்கும் வெளிச்சம், வேறு சில தாவரங்களில் அதைத் தடுத்துப் பாதிக்கின்றன.

ஒரு விதையிலைத் தாவரங்களினின்றும் கேலஸ் திசு பெறுவது சமீபகால முயற்சி ஆனதால் ஒரு சில உதாரணங்கள் (அட்டவணை 1-ல்) காட்டப்பட்டுளளன.

தாவரத்தின் ஒவ்வொரு பாகத்திலிருந்தும் பெறப்பட்ட திசுக்கள் வேறுபாடடைந்துள்ளதாகக் குறிப்புகள் கூறுகின்றன. பூண்டு, சிறு செடிகள் ஆகியவற்றிலிருந்து கருவொத்த அமைப்புகள் அல்லது மொட்டுகள் தோன்றி, வளர்ந்து அதில் வேர்கள் வேறுபாடடைந்து கடைசியில் முழுத்தாவரமாக வளர்ந்ததற்கு பல உதாரணங்களுள்ளன. (பின்லே, ஹில்டெபிராண்ட் ஆகியோர் 1969).

அட்டவணை-1

ஒரு விதையிலைத் தாவர உறுப்புகளில் கேலஸ் தோற்றுவித்ததற்கான சில உதாரணங்கள்

செடியின் பாகம்	உதாரணங்கள்	ஆராய்ந்தோர்
தாற்றிலிருந்து	அல்லியம் சீப்பா (Allium Cepa)	வெப்ஸ்டர் (Webster, 1966)
கிழங்கிலிருந்து	ஆரேசியே குடும்பத்தின் சில சிற்றினங்கள்	மோரலும் வெட்மோரும் (1951)
வேரிலிருந்து	ஸியா மேஸ்	மாஸ்கரனெஸ், சர்யாகானர், ஜெகந்நாதன் ஆகியோர் (Mascarenhas, Sayaganer, & Jaganathan, 1965)
	ஆனியன் (Onion)	கிரீன்ப்ளட் (Greenblatt, 1963)
	கப்பு, சோளம், கோதுமை	கிரிகொரியனும் கட்ஸ்ஸும் (Krikorian and Katz, 1968) ஹென்ட்ரே (Hendre, et al 1971) குழுவினர்
இலைகளிலிருந்து	அகேவ் (Agave) லில்லியம் (Lilium	நிக்கெல்லும், காதெரெயும் (Nickell and Gautheret, 1957) ராப் (Robb, 1957).
கருவின் திசுவிலிருந்து	செகேல் (Secale)	நார்ஸ்டாக் (Norstog, 1956) கேருவும் ஷ்வார்ட்டிங்கும் (Carew and Schwarting, 1958) வெப்ஸ்டர் (1666);
	அவினா	கார்டெர், யாமாடா, டாக்காஹாஸி (Carter Yamada and Takabasi, 1967)
எண்டோஸ் பெர்மிலிருந்து	கிராமினே (Graminae)	ஸ்ட்ரொஸும் லா ரியூயும் (Straus and La Rue, 1954)
பழத்தினின்றும்	பனை (Banana)	மோகன்ராமும் ஸ்டீவர்டும் (Mohanram and Steward, 1964)

இதேபோல ஒருவித்திலைத் தாவரங்களிலிருந்து வேறுபாடுகள் தோன்றி முழுச் செடிகள் ஸ்தாபிக்கப்பட்டதற்கும் உதாரணங்களுண்டு (நிஷி, யாமாடா, டாக்காஹாஸ்ஷி ஆகியோர் 1968; ஃபீரெசனும் வான்செவெரென்னும், 1968). இவ்வாறான புற அமைப்புத் தோன்றல் ஆக்ஸின்களின் மாறுதலால்தான் என்பதை இருவித்திலைத் தாவரங்களில் விளக்கியிருப்பது போல ஒருவித்திலைத் தாவரங்களில் அதிகம் கூறவில்லை. ஹெறண்ட்ரே குழுவினர் கோதுமை, சோளம், கம்பு முதலியவற்றின் திசுக்களை மூன்று ஆண்டுகள் வளர்த்தனர். கிப்பெரிலிக் அமிலத்தைச் சேர்ப்பதால் வேர்கள் தோன்றுகின்றன. ஆனால் கைனின் சேர்த்தால் இப்பலனைத் தடுத்துவிடுகிறது. வேறுபாடுகள் தோன்றிய இவற்றிலிருந்து மரங்களாக வளர்ந்ததாக அதிக விபரமில்லை. யூக்கலிப்டஸ் சிட்ரியோடோரா (Eucalyptus citriodora)வில் அனேஜாவும் அட்டாலும் (Aneja and Atal, 1969), பாபுலஸில் (Populus) வின்டனும் (Winton, 1970) மரங்களைத் தோற்றுவித்தது தவிர அதிகம் காணக் கிடைக்கவில்லை.

சுருங்கக்கூறின், எந்த உயிருள்ள செல், செல் தொகுதி, செடியின் பாகங்கள் அல்லது நுனிகளையும் திசுவளர்ப்பின்கீழ் கொண்டுவரலாம். இவ்வுறுப்புகளும் நுனிகளும் தொடர்ந்து, அதன் வழியே, வளர்ந்து முதிர்ச்சியடையலாம். அதற்கு மாறாக, கேலஸ் திசுக்களைத் தோற்றுவித்து, பின்னர் அதில் பல வேறுபாடுகளும் உண்டாகலாம். ஒவ்வொன்றினைப் பற்றியும் தெளிவாகவும் அதன் வேறுபாடு, புற அமைப்புத் தோன்றல் போன்றவற்றைத் தொடர்ந்துவரும் பகுதிகளில் காண்போம்.

5-2. தண்டு நுனி வளர்ப்பு

தண்டு நுனி வளர்ப்பு செய்வோர் கீழ்க்கண்ட இரண்டு குறிக்கோள்களில் ஏதாவதொன்றை மனதிற்கொண்டு தங்கள் ஆராய்ச்சியில் ஈடுபடுகின்றனர்.

(i) தண்டு நுனி வளர்ப்பில் புற அமைப்புத் தோன்றல் பற்றி அறிதல்;

(ii) முக்கியமான தாவரங்களுக்கு குளோன்களைத் தோற்றுவித்தல்.

தண்டு நுனி வளர்ப்பில் எதிர்பார்க்கக்கூடிய அளவு முன்னேற்றத்தை யாரும் அடையவில்லை. தண்டு நுனி என்றால் என்னவென்பதை முதலில் வரையறுக்க வேண்டும். செல்கள் வேறுபாடடையாத ஒரே மாதிரியான அமைப்பைக் கொண்டு வளரும் நுனி

என்று உள்ளமைப் பியலியர் இதை அழைப்பர். ஆனால் புற அமைப்புத் தோன்ற லியலரோ (morphogenesist) திசு வேறு பாடடைந்து, ஏன், இலை, பிரைமார்டியம் தோன்றிய அளவிலுள்ள தண்டின் வளரும் பாகத்தையும் கூட, தண்டுநுனியென்பர். இவ்வாறான, பின்னைய தெளிவற்ற சொற்பொருள் விளக்கமே பல தவறான முடிவுகளுக்கு இடமளித்துள்ளன.

பெரணிகளுக்கும் பூக்கும் தாவரங்களுக்குமிடையே தண்டு நுனி வளர்வதிலும், சூழ்நிலை பாதிக்கும் நிலையும் மிகவும் மாறுபடுகின்றன என்ற கருத்து பலராலும் வலியுறுத்திக் கூறப்பட்டுள்ளன (கட்டர்: Cutter, 1965, சஸ்ஸெக்ஸ்: Sussex, 1963). பிரித்தெடுக்கப்பட்ட பெரணிகளின் தண்டுநுனி சாதாரண ஊடகத்திலும் சுலபமாக வளர்ந்து முழுத் தாவரமாக மாறும் தன்மையது (வெட்மோர் 1953; வெட்மோரும் மோரலும், 1949). ஆனால் பூக்கும் தாவரங்களில், திசு வேறுபாடுகளைக்கூட தோற்றுவிக்கும் அளவு (நுட்பமான ஊடகத்திலும்) முடியாத ஒன்றாகுமென்று பலராலும் கருதப்படுகின்றன. பால் (1960) அவரது புகழ்சான்ற சோதனையின் மூலம் சில இலைகளையும் தண்டின் நீட்சி சிறிதளவும் உண்டுபண்ணிக் காண்பித்தார். இதற்கு அளிக்கப்பட்ட ஊடகமோ மிகச்செழிப்பானதும் நுண்ணியமானதும்கூட இதில் வெற்றிகண்ட அவர், டிரோபியோலம், லைக்கோபெர்சிகம் போன்றவற்றில் எவ்வித முன்னேற்றத்தையும் காணமுடியவில்லை. என்ன காரணத்தால் இவ்வேற்றுமைகள் தோன்றுகின்றன என்று கண்டறிய இயலவில்லை. ஆக்கு திசுவிற்கும் அடுத்துள்ள திசுக்களுக்குமிடையே சைட்டோபிளாசத் தொடர்பு இருக்கவேண்டும் போலும் என்று சிலர் கருதுகின்றனர் (சஸ்ஸெக்ஸ், 1963). இலை பிரைமார்டியங்களுடன் கூடிய தண்டு நுனியை வளர்த்தால், வேர்கள் தோன்றி, முழுத்தாவரமாகுமென இன்னும் சிலர் கருத (பால், 1946), முடிவான நிலை தெரியாதிருந்தது. அண்மையில், சோலானம் டியுபரோசம் (Solanum tuberosum) தண்டு நுனியை ஒரு இலையுடன் வளர்த்து முழுவெற்றியடைந்துள்ளனர் (மோரல், மார்ட்டின், முல்லர் ஆகியோர்).

இவ்வாறு வளர்ந்த தண்டு நுனி வளர்ப்பு, இன்று பாலிலா இனப்பெருக்கம் செய்யவும், வைரஸ் இல்லாத செடிகள் பெறவும் பயன்படும் நல்லதொரு முறையாக உறுதிப்படுத்தப்பட்டுள்ளது (பெல்கென்கிரெனும் மில்லரும்: Belkengren and Miller, 1962; சாப்பலும் மௌனேயும்; Chappell and Mauney, 1967; டெ ஃபோஸ்ஸார்டு, ஹால்லிங்ஸ்: Hollings, 1965: மார்ட்டினும் மற்றையோரும், 1967; மோரல், 1964; வைன், Vine, 1968;

யோராவும் ட்ஸுஷிஸாக்கியும்: Yora and Tsuchizaki, 1962). இவர்களது ஆராய்ச்சி முடிவுகளை மனதிற்கொண்டு மூலக்கோட்பாடுகளுக்குரிய கருத்துகளை இங்கு இரு பகுதிகளாகப் பிரித்துத் தரப்படுகிறது.

1. ஓரிரு தாவரங்களின் தண்டு நுனி வளர்ப்பை உதாரணங் காட்டி, பொதுவாக ஏற்படுகின்ற முன்னேற்றங்களை இப்பகுதி காட்டுகிறது.

இன்று நிக்கோடியானாவின் சில இனங்கள், டாக்கஸ் கரோட்டா, டிரோபியோலம் மேஜஸ், கோலியஸ் புளுமை (Coleus blumei) ஆகியவற்றின் தண்டு நுனிகளிலிருந்து முழுச்செடியையும் நிலை நாட்டியுள்ளாரென வெளியீடுகள் கூறுகின்றன.

இத்தண்டு நுனி வளர்ச்சியின்போது, ஊடகத்துடன் கைனடின் சேர்க்கப்பட்டிருந்தால், தண்டு நீட்சியும் வேர் தோன்றலும் தடுக்கப்படுகின்றன. மேலும், இவ்வாக்கத் திசுவினின்றும் கேலஸும் கொத்தான தண்டுகளும் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. இதைத் தவிர்த்து IAA (2 மி.கி/லி.) மாத்திரம் வளர்வூக்கிப் பொருளாகவிருந்தால் வேர்கள் தோன்றி முழுச் செடியையும் வளரச் செய்யமுடியும். இச்செறிவு, கோலியஸுக்குப் பாதியாகக் குறைக்கப்படவேண்டும். எனவே தண்டு நுனி வளர்ந்து முழுச்செடியாக நிலைக்க வெளி ஆக்ஸின் தேவை. ஆனல் புற சைட்டோகைனின் தவிர்க்கப்பட வேண்டும்.

திசு அமைப்பியலை நோக்கின் என்ன அறிகிறோமென்பதை நீ டொபாக்கத்தை உதாரணமாகக் கொண்டு காண்போம். முதல் வாரத்தில், தண்டுநுனி அளவில் பெரிதாகிறது. இது செல்களின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதாலும் செல்களின் அளவு பெரிதாவதாலும் ஏற்படுகிற நிலையாகும். பெரிய செல்கள், தண்டு வெட்டியெடுக்கப்பட்ட அடித்தளத்தில் காணப்படுகின்றன. வளரும் நுனிநோக்கிச் சிறு செல்களுள்ளன. இரண்டாவது வாரத்தில், இரு முனை (bipolar) ஆக்கத்திசுவின் செயல் மிகவும் தெளிவாகத் தெரியும். இதனல், வளரும் தண்டு நுனித் துருவத்திற்கு எதிர்ப் பக்கத்தில் வேர் நுனி நிலைநாட்டப்படுகிறது. இதற்குக் கீழேயுள்ள செல்களில் நுண்குமிழிகள் (vacuole) தோன்றி, வேர் நுனி முடி போன்ற அமைப்பைக் கொடுக்கிறது. பன்னிரண்டாவது நாள், இரண்டு துருவ முனைகளும் மிகத்தெளிவாகத் தெரியும். முன் சாற்றுக் குழாய் இழை (provascular strand) ஒரு துருவ முனையிலிருந்து எதிர்த்துருவ முனைவரை தொடர்பிணைப்புள்ளதாகத் தோன்றுகின்றன. எனினும், இரு துருவங்களுக்கு இடையே பெரிய

நுண்குமிழிகள்கொண்ட செல்கள் இவற்றைப் பிரிக்கின்றன. அதே நேரத்தில், தண்டு நுனி நீண்டு காணப்படுகிறது. கிட்டத் தட்ட இந்த நிலையில், நுனியின் கீழே ஒரு புறமாக இலைத் தோற்றுவி (primordium) தோன்றுகிறது. இதன்பின், வளர்ப்பில் அதிகமான மாறுதல்களை திசு அமைப்பியலின் படிவத்தில் (அமைப்பு : Pattern) காணமுடிவதில்லை.

தண்டு நுனி வளர்ப்பின் இன்றைய நிலை என்ன? பிரித் தெடுக்கப்பட்ட தண்டு நுனி வளர்ந்து முழுத்தாவரமாக மாறு கிறது. முன்னர் எண்ணியதுபோல, கீழேயுள்ள திசுக்களோ, இலைத் தோற்றுவியோ அதனுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. ஊடகமும் மிகச்சிறப்பாக இருக்க வேண்டுமென்பதில்லையாயினும் ஆக்ஸின் தேவைப்படுகிறது. இலைத் தோற்றுவியுடனிருந்தால் இந்த ஆக்ஸினையும் தவிர்க்கலாம். எனவே, தண்டு நுனி ஆக்ஸின் இல்லாமல் தன்னிறைவு பெறுவ தில்லையெனத் தெரிகிறது. (ஸ்மித்தும் முராஷிகேயும், 1970) ஜேகப்ஸ்ஸின் (Jacobs, 1961) கருத்தையொட்டியே, இலைகளில் ஆக்ஸின் தொகுப்படைகிறதென உறுதி செய்யப்படுகிறது. புற சைட்டோ-கைனின் தேவையற்றதாகும். இப்பொருளைத் தன் னுள்ளேயே தயாரித்துக்கொள்கிறதா அல்லது இது தேவையே இல்லையாவெனத் தெரியவில்லை. மிகக்குறைந்த அளவில் (0,000 – 30,001 மி.கி. / லி.) இக்கைனடினிருந்தால் உபயோகமா யிருக்குமென—இன்னும் உறுதி செய்யப்பட வேண்டிய பரிசோதனைகள் மூலம் தெரிகிறது.

ஒரே இனத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட தண்டு நுனிகள், மற்ற காரணிகள் ஒன்றாகவே இருக்கும்பொழுது, பலவித வளர்ச்சி படிவங்களைக் காட்டுகின்றனவென்றால்—முழுத்தாவரமாக வளர் தல்; வேரும் இலைகளும் கொண்ட ஆனால் தண்டு நீட்சி யில்லாமை; வேர் மாத்திரம் தோன்றல்; எவ்வித வளர்ச்சியு மில்லாதிருத்தல்—தன்னுள்ளேயிருக்கும் உள் வளர்வூக்கிப் பொருள் களின் தன்மையும் மற்ற ஊட்டச்சத்துமே காரணமாக இருக்கக் கூடும்.

இம்முடிவுகளை நோக்கின், ஆரம்பத்தில் குறிப்பிட்ட முடிவுக்கு மாறாக, பூக்கும் தாவரங்களும் பெரணிகளைப் போலவே தண்டு நுனிகள் தொடர்ந்து வளர்ந்து வேறுபாடுகளைத் தோற்றுவிக்கும் தன்மையன என்பது விளங்கும்.

2. தண்டு நுனி வளர்ப்பால் மனித சமுதாயத்திற்கு விளையும் நன்மைகள் :

சில சமயங்களில், எல்லாச் செடிகளும் வைரஸால் பாதிக்கப் படலாம். இந்த இனத்தைக்காக்க, தண்டு நுனிகளைப் பிரித் தெடுத்துத் திசு வளர்ப்புச் செய்து முழுத்தாவரங்களைப் பெறலாம். ஏனெனில், பொதுவாக, தண்டு நுனிகளை வைரஸ்கள் பாதிப்ப தில்லை. சில ஆக்கத்திசுக்களை வளர்த்தால் கூட வைரஸ் தொடர் கிறது எனக்கூறப்படுகிறது. இங்கு தண்டுநுனி என்பது, நாம் இப்பகுதியின் ஆரம்பத்தில் குறிப்பிட்டதுபோல புற அமைப்புத் தோன்றலியலாரின் சொல் விளக்கப்படியான தண்டு நுனியாக இருக்கலாம். அதாவது இலை தோற்றுவிகளோ, சாற்றுத்திசு வேறு பாடுகளோ கூடிய தண்டு நுனியுடன் வளர்க்கப்பட்டிருக்கலாம். தண்டு நுனிகள் மாத்திரம் வைரஸ் தவிர்த்து இருப்பது அதிலுள்ள அதிகமான வளர்வூக்கிப் பொருள்களோ அல்லது வைரஸின் வளர்ச்சி வேகம் மிகவும் குறைவாக இருப்பதோ காரணமாக இருக்கலாம். மோரலும் மார்ட்டினும் (1952) வைரஸில்லாத தண்டு நுனி வளர்ப்பதில் முன்னோடிகளாக விளங்கினர். இம் முறையைப் பின்பற்றி இன்று உருளைக்கிழங்கு, டாஹ்லியா (Dahlia), ஸ்ட்ரா-பெர்ரி (Straw berry), கிரை சந்திமம் (Chry santhemum), சர்க்கரைவள்ளி போன்ற பலவகைத் தாவரங்களை வளர்க் கின்றனர் (ராய் சௌதுரி, Ray Chaudhuri, 1966).

தண்டு நுனியில் வைரஸ் உள்ளதெனத் தெரிந்தால் சூடு செய்யும் முறையுடன் (heat treatment) வேதியியல் சேர்மத்தைக் கொண்டு நோய் குணப்படுத்தும் முறையையும் (chemotherpeutics) ஊடகத்துடன் சேர்த்து வெற்றி கண்டுள்ளனர். தையோ-யூரேஸில் (thio-uracil), கிப்பெரிலிக் அமிலம், 2, 4-D, மாலாச்சைட் பச்சை (malachite green) போன்றவை நல்ல பலனளித்துள்ளன. தண்டு நுனியை உபயோகித்துத்தான் திசுவளர்ப்பில் வைரஸைத் தவிர்க்க வேண்டுமென்பதில்லை. நிக்கோடியானு டொபாக்கத்தின் ஒரு பிரிவிலிருந்து பெற்ற கேலஸ் திசுவில் வைரஸிலிருந்த போதிலும் அதனின்றும் தோன்றும் செடிகள் எந்த விதத்திலும் பாதிக்கப்படாமலிருந்தன. நாஸ்டர்ஷியம் ரிங் ஸ்பாட் வைரஸ் (Nasturtium Ring Spot Virus: NRSV), கேலஸிலிருந்து வேறு பாடடைந்து தோன்றிய செடிகளைப் பாதிக்கவில்லை.

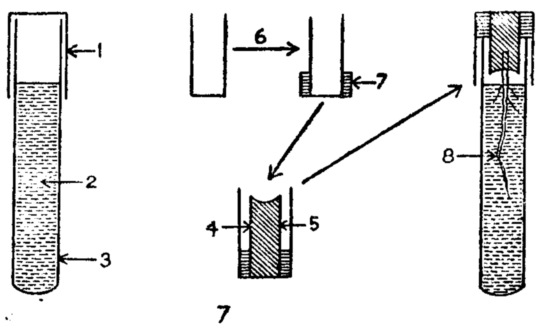
உருளைக்கிழங்கின் 3 அம்சங்களிலிருந்து (strain) பொட் டேட்டோ வைரஸ் Y-சூடு செய்யும் முறையால், திசு வளர்ப்பில், நீக்கப்பட்டது. கார்னேஷனின் (cernation) இரு வகைகளில், தண்டு நுனியை 6-8 வாரங்களுக்கு 40° செ.-ல் வளர்த்த பின்னரே வைரஸ் விலக்கப்பட்ட செடிகள் கிடைத்தன. திராட்சைகளில் ஃபேன் லீஃப் வைரஸை (Fan leaf Virus) நீக்க, வெட்டுப்பகுதியங்களை

100°F-ல் 60-90 நாட்கள் வளர்த்து, தண்டு நுனிகளைப் பிரித்தெடுத்து ஊடகத்தில் வளர்த்தனர். இதே முறையைப்பின்பற்றி யெல்லோ வெய்ன் (yellow vein), அல்லது மஞ்சள் நரம்பு, இலை சுருள்தல் (leaf curl) போன்ற வைரஸ்களை விலக்க முயற்சிக்கலாம்.

5-3. வேர்நுனி வளர்ப்பு

வேர்நுனிபற்றிய ஆய்வுக்கட்டுரைகள் 25 ஆண்டுகளுக்கு முன்னரே வெளியிடப்பட்டுள்ளன (வைட் 1936, 1946). அதைத் தொடர்ந்த ஸ்டிரீட்டின் (1957) வெளியீட்டின் உணவு ஊட்டச் சத்துக்களின் செயல்களுக்கு முக்கியத்துவம் அளிக்கப்பட்டுள்ளது. இன்றைய நிலையில் வேர், வேர்நுனி வளர்ப்புச் செய்வதால் கிடைத்துள்ள உண்மைகளைப்பற்றி, புட்ச்சரும், ஸ்டீரிட்டும் (1964) அளித்துள்ள ஆய்வுரையை அடிப்படையாகக்கொண்டு, சுருக்கமாக இங்கு கூறப்படுகிறது.

வேர் வளர்ப்பு ஒரு சில சோதனைக் கூடங்களில்தான் கையாளப் பட்டு வருகிறது. எனவே அதிக முன்னேற்றத்தை இவ்வழியில் காண இயலவில்லை. ஆயினும் கடந்த 10-12 ஆண்டுகளுக்குள் குறிப்பிடத்தக்க வெளியீடுகள், வளர்முறையைப்பற்றியும்கூட,



படம் 19

வேர் வளர்ப்பில் ரேகியோவும் ரேகியோவும் கையாண்ட முறை

1. மூடும் புட்டி (vial), 2. அனங்கக நீர்ம ஊடகம், 3. சோதனைக் குழாய், 4. வெளிப்புட்டி, 5. அங்கக ஊடகம், 6. உள் புட்டி, 7. கார்க், 8. வேர் நீர்ம ஊடகத்தில்.

வந்துள்ளதைக் காண்கிறோம். வேரின் வெட்டிய பாகத்தை திட ஊடகத்திலும் வேர்நுனியை நீர்ம ஊகத்திலும் வைத்து வளர்க்கின்றனர் (படம் 19). இதனால் வேருக்குத் தேவையான சர்க்கரை,

ஆக்ஸின் குறைக்கப்பட்ட அங்கக நைட்ரஜன் கிடைப்பதால் சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்களில் குறுக்கு வளர்ச்சியேற்படுகிறது.

பி. ஹெச் மதிப்பு மாறுவதால் (4·5—8·0 வரை) Fe·EDTA சேர்ப்பதால் எவ்வாறு நல்ல பலனைக் கொடுக்கின்றனவெ்தன முன்னமேயே காட்டப்பட்டுள்ளது. பி. ஹெச் மதிப்பை ஒரு நிலைப் படுத்தினாலும், வேர்கள் வளர, வளர அதன்நிலை சீக்கிரம் மாறு படுகிறது. இவ்வாறு இதன் மதிப்பு மாறுபடுவதைத் தடுத்து நிலையாக இருக்க, நைட்ரஜனின் ஓரளவை அம்மோனியம் அயனி களாக அளிக்கப்படல் வேண்டும். 4·7 பி. ஹெச் உள்ளபொழுது தேவைப்படும் நைட்ரஜனில் 0·05 மடங்கை அம்மோனியமாக அளித்தால், வேகமான பி. ஹெச் மாறுபாடு தடுக்கப்படுகிறது. மாற்றுமுறை, கேல்சியம் டை நைட்ரஜன் ஆர்த்தோ பாஸ்ஃபேட் [$Ca (H_2PO_4)_2$] உபயோகிப்பதாகும்.

சர்க்கரைபோன்ற முக்கியபொருளை ஊடகத்துடன் சேர்க் கும்பொழுது அதன் செறிவினால் ஆஸ்மாட்டிக் அழுத்தத்தில் மாறுதல் தோன்றி, இதனால் எவ்வாறு வேரின் வளர்ச்சி பாதிக்கப் படுகிறதெனக் காட்டப்பட்டுள்ளது. ரேஃபினோசும், மேன்னிட் டாலும் மெதுவாக கிரஹிக்கப்படுவதால் குறைந்த நச்சுத்தன்மை (toxicity) உள்ளது. எனவே, இவ்விரு பொருள்களும் ஆஸ்மாட்டிக் அழுத்தத்தை சரிசமநிலையாக்குவதில் முக்கியமானவைகளாகும்.

அனங்கக உணவு ஊட்டம்

அனங்கக ஊட்டமுறைபற்றி ஆராய, நல்லதொரு கட்டுப் பாட்டிற்குட்பட்ட இவ் வேர் வளர்ப்பு, மிகவும் சிறந்ததாகும். நைட்ரஜனின் பங்கு, இரும்புச் சத்து குறைவதால் ஏற்படுகிற மாறுதல்கள்பற்றி சில விபரங்கள் கிடைத்துள்ளன. செல் பகுப்பு கள் தோன்ற இரும்புச் சத்தின் அவசியம் உணரப்பட்டுள்ளது. இதன் பற்றாக்குறையால் வேர்களில் அமினோ அமிலங்களின் அளவில் அதிகரிப்பும், RNA அளவில் குறைவும் தோன்றுகின்றன வென்று தெரிகிறது (ஆபோட், 1963). எனவே, இக்குறைபாட்டால் RNA தொகுப்பு நூக்ளியஸில் தடுக்கப்படுவதால், நூக்ளியஸிலும் சைட்டோ பிளாசத்திலும் RNA அளவு குறைந்து, அதனால் புரதத் தொகுப்பு தகர்க்கப்பட்டு, செல் பகுப்படைதலே தடைபட்டு விடுகிறது. நைட்ரஜன் ஊட்டமும் வளர்சிதை மாற்றமும் இரு வகைப் பிரச்னைகளை ஆராய உதவுகின்றன. (அ) எவ்வளவு தூரம் அனங்கக, அங்கக நைட்ரஜன் பொருள்கள் வேரின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான நைட்ரஜனை அளிக்க முடிகின்றது. (ஆ) வெளியில் அளிக்கப்படும் அமினோ அமிலங்களும் அதைச் சார்ந்த கலவைப்

பொருள்களும் எவ்வாறு வளர்ச்சியைப்—தூண்டுதல், தடுத்து வளர்த்தல்—பாதிக்கின்றன.

வேர் வளர்ச்சியில் நைட்ரஜன் சத்தளிக்க நைட்ரேட்டே உபயோகிக்கப்படுகிறது. நைட்ரேட்டுள்ள ஊடகத்தில் அம்மோனியம் நைட்ரேட்டை குறைந்த செறிவில் உபயோகப் படுத்தினால், பி. ஹெச் உயர்வைத் தடுப்பதால், வேர்கள் நன்றாக வளர்கின்றன. அதிக பி. ஹெச்சில் (6.8—7.2) அம்மோனியமே தனி நைட்ரஜன்—மூலமாக உபயோகிக்கலாம்.

அமினோ அமிலங்கள்மாத்திரமே நைட்ரஜன் அளிப்பதில் சிறந்து விளங்கவில்லை, குளுடாமிக் அமிலம், ஆஸ்பார்ட்டிக் அமிலம், ஆர்ஜினைன் ஆகியவை தனித்து ஹைட்ரஜனை அளிக்கும் தன்மையன. வேர், கேலஸ், கரு வளர்ப்புகளிலிருந்து பெற்ற அனுபவத்தைக் கொண்டு, L-குளுடாமின், நியூட்ரல் பி.ஹெச்.சில், நைட்ரஜனை அளிக்குமெனக் கூறலாம். ஒரேமாதிரியான அமைப்புக்கள் கொண்ட அமினோ அமிலங்களைச் சேர்த்தால் அவை ஒன்றிற்கொன்று முரண்பாட்டுடன் (antagonize) இயங்குகின்றன. எனவே, சரிசம நிலையுடைய அமினோ அமிலக் கலவைகளைப் பயன் படுத்தவேண்டும்.

மாங்கனீஸ், மாலிப்டினம் விகிதங்களால் அவற்றின் பலன்கள் மாறுபடுகின்றன. மேலும் மாங்கனீஸ் குறைவாக இருந்தால் செல்கள் பெரிதாக முடியாமல் அதனால் சாற்றுக்குழாய் வேறுபாடு கள் தோன்றுவது தடைபடுகிறது. சில ரிபோநுக்ளியோ புரதங் கள் ஏற்பட மாங்கனீஸ் அவசியமாகும்.

போரோனின் முக்கியத்துவமும் உணரப்பட்டுள்ளது. இது இயற்கை ஆக்ஸின்களின் பணியை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. மேலும் சர்க்கரையின் இடம் பெயர்தலுக்கு உதவுகிறது.

தரசமும் அதன் வளர்சிதை மாற்றமும் பற்றி பிரிதொரு அத்தியாயத்தில் விவரித்தது போலவே சுக்ரோஸே சாலச் சிறந்த தென பல ஆராய்ச்சிக் குறிப்புகள் கூறுகின்றன. ஆயினும், தானிய வகைகளின் வேர் வளர்ச்சிக்கு குளுகோஸ் சிறந்ததெனக் கருதப்படுகிறது.

வைடமின்-பி. யின் தேவையை, முக்கியமாக தயமின், பிரி டாக்ஸைன், நியாசின் பற்றி ஆரம்ப காலத்திலிருந்து எடுத்துக் காட்டி வந்திருக்கின்றனர்.

வேர்களிலிருந்து ஊடகத்தினுள் பல பொருள்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. ஆல்கலாய்டுகள், வைடமின்கள், நியுகிளியோடைட்கள், ஃப்ளேவோன், சர்க்கரை, வளர்வூக்கிப் பொருள்கள், என்சைம்கள், அமினோ அமிலங்கள், மைக்கோரைஸிக் வளர்ச்சிக்கு உதவும் எம்-காரணி போன்ற எத்தனையோ பொருள்கள் வெவ்வேறு வேர் வளர்ப்பின்போது வெளியிடப்படுகின்றன. தக்காளி நாற்றின் வேரிலிருந்து 17 அமினோ அமிலங்கள் வெளி வருவதாகக் கூறப்படுகிறது (மெல்ஹியுஷ், Melhuish, 1962). இவ்வாறு பொருள்கள் வெளியிடப்படுவது ஊடகத்தின் பி. ஹெச் மதிப்பையும் பொறுத்தது. திசு வளர்ப்பில் வளர்வூக்கிப் பொருள்களின் பணி என்னவென்று முன்னரே விவரமாகக் கூறப்பட்டுள்ளது.

வேறுபாடடைதல்

திசு வளர்ப்பிலுள்ள வேரினின்றும் தோன்றும் நுனி ஆக்குத்திசுவின் படிவம், அவ்வினத்தின் வித்திலுள்ள வேரின் அமைப்பையே கொண்டிருக்கும். இத்தகைய கருவின் வேரைப் போலவே இங்கும் இயங்கா நிலையிலுள்ள மையம் இல்லை.

வேர் நுனியின் செல் அமைப்புப் படிவம், செல் பகுப்பிற்கும் செல் விரிவடைதலிற்கும் இடையேயுள்ள விகிதத்தைப் பொறுத்தது. இது துருவ நிலையை உறுதிப்படுத்துகிறது. இவ்வாறு ஒழுங்கான முறையில் அமைக்கப்படும் வேர் நுனி அமைப்பை, ஊடகத்தில் சேர்க்கும் ஆக்ஸின்கள் முனைநிலையை மாற்றுவதால் மாற்றி விடுகின்றன.

வேரின் நுனியிலிருந்து வெவ்வேறு இடைவெளியில் வெட்டி யெடுக்கப்பட்ட வேர்களை வளர்ப்புச் செய்து, வளர்ச்சி உள் ஆற்றல், செல்களின் அமைப்பு, சுவாசிக்கும் முறை, நொதி அமைப்பு, RNA உட்பொருள் போன்றவற்றை அறிந்துள்ளனர். வளரும் செல் என்பது ஒரு விரிவடைகின்ற மெட்டாபோலிக் அமைப்பேயாகும். இதில், மொத்த புரதங்களில் நொதியின் பங்கே அதிகமாகும். இதற்கிணையாக RNA உட்பொருளும் அதிகரிக்கின்றன. RNA-யின் உட்பொருள்கள் இரு கூறுனவை: (அ) இளஞ்செல்களில் அதிகமாகவுள்ள கூறு. இது செல் விரிவடைய, அளவில் குறைகிறது. (ஆ) செல்கள் விரிவடையும் பொழுது இது அதிகரிக்கிறது. (ஹெய்ஸ், Heyes, 1960). ஆபோட்டும் (1963) இதை ஒத்த கருத்தை வெளியிட்டுள்ளார். இதிலிருந்து தெரிவது என்னவென்றால், செல்கள் விரிவடைதலையும் RNA-வின் ஒரு பாகந்தான் புரதத்தொகுப்பு மூலம் கட்டுப்படுத்துகிறது.

இதை ஆதரிப்பது போலுள்ளது பட்டாணி வேரில் கண்டுள்ள ஓர் உண்மை. இவ்வேர்களில் RNA-யின் கூறு பேக்டீரியா செல்களிலுள்ள 'தூது RNA' (m-RNA) வை ஒத்துள்ளன (லோயனிங், Loening, 1962). இதைத் தொடர்ந்து ஆராய்ச்சி செய்யின், எவ்வாறு செல்விரிவடைதல், வேறுபாடடைதல் போன்றவற்றின் போது, பாரம்பரிய குணநிசயங்கள் ஏற்படுகிறதெனை அறியலாம்.

சாற்றுக் குழாய் வேறுபாடடைதல் மற்றோர் அத்தியாயத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

5·4 திசு வளர்ப்பும் மஞ்சரிகளும்

பூவிலாப் பருவத்திலுள்ள செடியின் பாகங்களைத் திசு வளர்ப்பு செய்வது போலவே, பூக்களையும் திசு வளர்ப்புச் செய்கின்றனர் மேலும் பூக்களைத் தோற்றுவிக்கவும் திசு வளர்ப்பு பயன்படுகின்றது. உதாரணமாக, நம் பகுதிகளில் குளம், குட்டைகளில் மிதந்து வளரும் லெம்னா இனத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். லெ. பாசிகாஸ்டேட்டா (L. paucicostata) ஒரு குறுநாள் தாவரமாகும். EDDA அல்லது EDDHA கொண்ட ஊடகத்தில் அவற்றில் பூக்களைத் தோற்றுவிக்கலாம், நீண்ட பகல் நேரத்தை அளித்து சியாடின் போன்ற சைட்டோ கைனின் சேர்த்தால் பூக்கள் தோன்றுகின்றன. இரும்புச் சத்தை அதிகரித்து EDDHA-ன் அதே பலனைப் பெறலாம் (குப்தாவும் மகேஷ்வரியும்: Gupta and Maheshwari, 1970, a, b).

தண்டு ஒட்டுண்ணியான கஸ்குட்டாவில் தண்டு நுனியை சாதாரண ஊடகத்தில் வளர்த்து பூ தோன்றலை அறிந்துள்ளனர். உறிஞ்சு வேர்கள் இல்லாமலேயே பூக்களைத் தோற்றுவிக்கும் தன்மையை உண்டாக்கலாம். தண்டு நுனி அரும்பாக வளர்ச்சியில் மாறுபடும்பொழுது RNA அதிகரிக்கிறது.

மஞ்சரிகளை இளம் பருவத்தில் எடுத்து, முறைப்படி ஊடகத்திற்கு மாற்றி, அவை மலர்ந்து காயாகும்வரை வளர்த்துள்ளனர். இயற்கையிலுள்ளது போலவே இங்கும் வளர்ச்சியைக் கண்டனர். ஏர்வா டொமெண்டோசா (Aerva tomentosa)வின் மஞ்சரிகளை வெவ்வேறுவிதமான வளர்வூக்கிப் பொருள்களுடன் வளர்த்து 50% பழங்களைப் பெற்றனர். காலெஞ்சோ பின்னேட்டா (Kalanchoe pinnata)வில் மஞ்சரிகளை வளர்ப்புச் செய்ததில் அவற்றில் சில பூவிலாப் பருவத்திற்குத் திரும்பி வேர்களையும் தண்டுகளையும் தோற்றுவித்தன. NAA கொண்ட ஊடகத்தில், தனி அரும்புகள் பூத்தளத்தினின்றும் வேர்களைத் தோற்றுவித்தன. சைப்பிரஸ்

ரோடண்டஸில் (Cyperus rotundus), ஸ்பைக்குகள் நன்கு வளர்ந்தன. ஊடகத்திற்கு மாற்றியபின் தோன்றிய பூக்களில், அதற்குமுன் தோன்றிய பூக்களுக்கு மாறாக, மைக்ரோஸ்போர் தோன்றுதல் ஒழுங்காக நடைபெறவில்லை. இக்குறைபாட்டை, இளநீர் சேர்த்து நிவர்த்திக்கப்படுகிறது. கைட்டோகைனின் ஊடகத்துடன் சேர்க்கப்பட்டால் மஞ்சரியின் தண்டு நீட்சிபெறுவதோடல்லாது அதிகமான பூக்களையும் தோற்றுவிக்கின்றன. இப்பொருள் பூ-புற அமைப்புத் தோன்றலுக்கு முக்கியமானதென்று காட்டப்பட்டுள்ளது. (மோகன்ராமும் மிரிதுல் பட்ராவும்: Mohan Ram and Mridhul Batra, 1970) அனித்தம் கிராவியோலென்ஸில் (Anethum graveolans) வெவ்வேறு வளர்வூக்கிப் பொருள்கள் கொண்டு சோதனைகள் நடத்தப்பட்டன. IAA சேர்க்கப்பட்டால் மஞ்சரியின் தண்டிலிருந்து கேலஸ் தோன்றி, இரு வாரங்களில் பல வேர்கள் வேறுபாடடைந்தன. கேசின் ஹைட்ரோலிசேட், கைனின், 2, 4-D கொண்ட ஊடகமாயின் அதிகமான கேலஸ் தோன்றுகிறது. அடினேன் கொண்ட ஊடகத்தில் தண்டுகளும் வேர்களும் தாராளமாகத் தோன்றின.

ஹாவொர்த்தியா, ஆஸ்ட்ரேலோபாக்களில் IAA, இளநீர், கைனின் கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்க்கப்படும் மஞ்சரியின் நுனியிலுள்ள பூக்களே பருவமடைந்தன (மஜூம்தார், 1970).

மேஸஸ் பூமிலஸ் (Mazus pumilus)ஸின் விதையை நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்து வளர்த்து, அச்செடியினின்றும் பெற்ற மஞ்சரியின் தண்டை திசு வளர்ப்புச் செய்யப்பட்டது. அவற்றினின்றும் கேலஸ் தோன்றி பின்னர் வேர், இலைகளுடன் கூடிய தண்டு, பூக்கள் தோன்றின. கேலஸின்மீது தோன்றிய பூக்களில் மகரந்தத்தூளும் சூல்களும் சரிவரத் தோன்றவில்லை. இலைத் தண்டின்மீது காலத்தைப் பொருத்து அதிகமான தரசம் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. (ரஸ்டேயும் கணபதியும் Raste and Ganapathy, 1970; ரஸ்டே, 1971).

மஞ்சரிகளைப் போலவோ, பூக்களையும் திசு வளர்ப்புச் செய்கின்றனர். இளமஞ்சரிகளையும், சிறு அரும்புகளையும் வளரச் செய்து பூவின் பாகங்களைத் தோற்றுவிப்பது சிரமமான காரியமென தெரிகிறது. எடுத்துக்கொள்ளும் பூவின் வயதைப் பொருத்து அவற்றின் பல பாகங்களையும் தோற்றுவிக்கலாம். எல்லா பாகங்களையும் தோற்றுவித்தாலும் சூலகஇலை வேறுபாடடையச் செய்வது சிரமமானது. பூவின் நுனி தன் வளரும் சக்தியை இழந்துவிடுவதாலேயே இருக்கலாம். இதற்கு மாறாக, ஊடகத்தினின்றும்

ஊட்டச்சத்து பூவின் நுனியை அடைய முடியாதிருக்கலாம். ரெனன்குலஸ் ஸ்கெலெரேட்டஸ் (Ranunculus scleratus) கொண்டு விரிவான ஆராய்ச்சி செய்யப்பட்டுள்ளது. (கோனுரும் நடராஜாவும், 1969). மகரந்தத்தூள் வரை பூவின் பாகங்கள் தோன்றிய பின், அப்பூக்களை ஊடகத்திற்கு மாற்றியுங்கூட அவை முதிர்ச்சியடையவில்லை. இன்னும் சிறிது முதிர்ந்த பூக்களே முழு நிறைவையடைந்தன. எல்லா நிலையிலுள்ள பூக்கள் கேலஸை தாராளமாகத் தோற்றுவித்து, அதைத் தொடர்ந்து உறுப்பு வேறுபாடுகளையும், கருவொத்த அமைப்புகளையும் தோற்றுவித்தன.

பல அமினோ அமிலங்களைத் தனித்தனியாகவும், வெவ்வேறு விதத்தில் கலந்தும், பல செறிவுகளில் ஊடகத்துடன் சேர்த்தும், அக்யுலிஜியாவில் (Aquilegia) அரும்புகள் வளர்க்கப்பட்டன. (பில்டெர்பேக், Bilderback, 1971, 1972). y-அமினோபூட்ரிக் அமிலம் பூவின் வளர்ச்சியையும், சூலக இலைகள் வேறுபாடடைதலையும் ஊக்குவிக்கிறது. லூபினஸின் (Lupinus) தண்டு நுனி வளர்ப்பிலும் இவ்வமிலமே உதவுவது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. (பால், 1960).

பூவின் பாகங்களையும் தனித்தனியாகப் பிரித்தெடுத்து திசு வளர்ப்பு செய்கின்றனர். ஆயினும் புறவிதழ்களைத் தனியாக வளர்ப்பு செய்ததாக நல்லதொரு சான்றில்லை. புறவிதழ்களுடன் பூவை வளர்ப்பதாலுள்ள பயன் நன்கு தெரிகிறது. புறவிதழ்களுடன் சூல்பை வளர்க்கப்பட்டால் கனியின் அளவு பெரிதாகவுள்ளது. டிரோபயோலத்தில் (Tropaeolum) சச்சாரும் காந்தாவும், (Sachar and Kanta, 1958) கண்ட இதே முடிவு இபெரிஸிலும் (Iberis) கண்டறியப்பட்டுள்ளது (நிர்மலா மகேஷ்வரியும் லாலும், 1958). இதற்கு மாறாக, அக்யுலிஜியாவில் புறவிதழ்களிருப்பது அரும்புகள் தொடர்ந்து வளர்வதைத் தடுக்கின்றன. டெப்ஃபெர் குழுவினர்: (Tepfer et al, 1963).

1951-ம் ஆண்டில் நிட்ச், தக்காளியின் சூல்பையை திசு வளர்ப்புச் செய்து ஒரு புதிய ஆராய்ச்சிப் பாதையைக்காட்டினார். அதைத் தொடர்ந்து, ஆல்த்தியா ரோசியா (Althaea rosea), இபெரிஸ் அமாரா (Iberis amara), லினேரியா மரோக்கானா (Linaria maroccana) போன்றவற்றின் சூல்பைகளை டில்லி சர்வகலாசாலையில் வளர்த்தனர். முளைக்கும் தன்மையுள்ள விதைகளுடன் கூடிய கனிகளாக அவை வளர்ந்த போதிலும், விதைகளின் எண்ணிக்கை பெரும்பாலானவற்றில், இயற்கையில் தோன்றுவதைவிட குறைவாகவே இருந்தன. இபெரிஸ் அமாராவின் (நிர்மலா மகேஷ்வரியும் லாலும், 1961) சூல்பையை மகரந்தச்

சேர்க்கை அடுத்தநாள் பிரித்தெடுத்து வளர்த்தனர். அதனின்றும் தோன்றிய கனியின் அளவு இயற்கையிலுள்ளவாறே இருந்தது. ஆனல், லீனேரியாவில் சிறிதாகவே இருந்தது. ரெனன்குலஸ் ஸ்கெலெரேட்டஸ்ஸின் சூல்பையை, மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப் பின் 3 முதல் 6 நாட்கள் கழித்து, பிரித்தெடுத்து ஊடகத்தில் வளர்க்கப் பட்டது. சச்சாரும் குஹாவும், 1962) கனி முதிர்ந்ததும் விதை களையெடுத்து முளைக்க வைத்தனர். இயற்கையில், இவ்விதைகள் ஓராண்டு உறங்குநிலைக்குப் பின்னரே முளைக்கும் சக்தி வாய்ந்தன. எனவே, திசு வளர்ப்பு உறங்குநிலையைத் தவிர்க்கவோ, குறைக்கவோ பயன்படுகிறது. ஃபோனிகுலம் வல்கேர் (Foeniculum vulgare) (ஜோஹ்ரியும் சேஹ்கலும், 1966), அனித்தம் கிராவி-யோலென்ஸ் (சேகல், 1968) போன்றவற்றின் சூல்பைகளை வளர்த்த பொழுது அவற்றினின்றும் கேலஸ் தோன்றி கருவொத்த வேறு பாடுகளைத் தோற்றுவித்ததுடன் ஹாவொர்தியாவின் (Haworthia) சூல்பையின் தோலிலிருந்து சிறுசெடிகள் (Plantlet) போன்ற வேறுபாடுகள் தோன்றியுள்ளன. (மஜூம்தார் Majumdar, 1970) சூல்பை வளர்ந்து கனியாக மாறுவதற்கு மகரந்தச்சேர்க்கை அத்தியாவசியமானது. மகரந்தசேர்க்கையின் பணியை ஆக்ஸினும் செய்யமுடியும். ஊடகத்துடன் 2, 4-D சேர்த்தோ திசுவளர்ப்புச் செய்ய 24 மணி நேரத்திற்கு முன்னதாக பூக்களை 2-NAA கொண்டு பண்படுத்தியோ (treat) மகரந்தச்சேர்க்கையின் பலனைப் பெறலாம்.

சூல்பை வளர்ச்சிக்கு அடிப்படை ஊடகமே போதுமான தாகும். சுக்ரோஸ் ஒரு முக்கிய பொருளாகும். கனி முதிர்ச்சி யடைய நைட்ரஜன் தேவைப்படுகிறது. தாவரச்சாறு (உ-ம், தக்காளிச்சாறு) சூல்பை வளர்ச்சியைத் தூண்டுகிறது. திசு வளர்ப்பில், சூல்பை கனியாவதை ஆராய்வதால் கீழ்கண்ட பலன் கள் உண்டாகின்றன.

1. கனி வளர்ச்சியில் பங்கெடுத்துக்கொள்ளும் காரணி களும் அவற்றின் பணிகளும் பற்றி ஆராய்தல்.

2. கனியாதலிலுள்ள செயலியல் முறைகள் (physiology of ripening) பற்றி ஆராய்தல்.

3. கனிகளுக்கே உரிய சில சேர்மப் பொருள்களின் வளர் சிதை மாற்றம் பற்றி அறிதல்.

4. கனிகளில் காணப்படும் நோய்களின் தோற்றம், அவை கனிகளைப் பாதிக்கும் முறை, அந்த நோய்களை அகற்றும் வழிமுறை கள் ஆகியவற்றை ஆராய வழி செய்தல்.

இவையன்றி, சூல்பை வளர்ப்பு தன் ஒவ்வாத் தன்மையினின்றும் மீள (to overcome self-incompatibility) பயன்படுகிறது. உதாரணமாக, பெட்டுனியா ஆக்ஸில்லாரிஸ்ஸில் (Petunia axillaris) தன் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுவதில்லை. இதன் சூல்பைகளில் துவாரமிட்டு மகரந்தத் தூள்களை உட்செலுத்தி மகரந்தச் சேர்க்கையை உண்டாக்கலாம். இந்த மகரந்தத் தூள்கள் குழாய்களாக வளர்ந்து, முட்டைகளை கருவுறச் செய்கின்றன. இவ்வாறு மகரந்தத் தூள்களை சூல்பையினுள் செலுத்தி மகரந்தச் சேர்க்கையை உண்டாக்குவதற்கு 'சூல் பையினுள் ஏற்படும். மகரந்தச் சேர்க்கை' (Intra ovarian pollination) என்று பெயர். கருவுற்றபின் சூல்பைகளை தொடர்ந்து ஊடகத்தில் வளர்க்கலாம். ஷிவண்ணு (1968), ஷிவண்ணுவும், அரங்கசாமியும் (Shivanna and Rangaswamy, 1969) சிறந்தவொரு முறையைக் கையாண்டார்கள். சூல் பையைப் பிரித்தெடுத்து அதனுள் உள்ள சூல்களுடன் கூடிய சூல் ஓட்டை (placenta) மாத்திரம் ஊடகத்திற்கு மாற்றினர். அதன்மீது மகரந்தத் தூள்களைத் தூவினர். இதை 'சூல் ஒட்டு மகரந்தச் சேர்க்கை' (placental pollination) என்று அழைத்தார். மேலும், சூல் ஓட்டின் ஒரு பகுதியில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையையும் மற்றொரு பகுதியில் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையையும் செய்வித்து அவற்றின் மாறுதல்களையெல்லாம் ஆராய்ந்துள்ளார்.

சூல் வளர்ப்பில் வைட், லா ரியூ போன்றோர் முன்னோடிகளாயினும், வித்னர் (Withner, 1942) நல்ல தெளிவான வழிமுறைகளைக் காட்டினர். ஆர்க்கிடு குடும்பத்தில் பல நல்ல முடிவுகளைக் காண்பித்துள்ளார். இக்குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களின் சூல்களை வளர்த்தார். இதன் மூலம், மகரந்தச் சேர்க்கைக்கும் விதை பருவமடைதலுக்குமிடையேயான காலத்தைக் குறைத்துக் காட்டினர்.

விதை உண்டாவதிலுள்ள செயலியல் முறைகளை அறிய சூல் வளர்ப்பு ஒரு நல்ல சாதனமாகும். ஆர்க்கிடு குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களின் முதிர்ச்சியடையாத விதைகள் வளர ஆர்ஜினனும் முதிர்ந்தவை வளர ஆஸ்பார்டிக் அமிலமும் விதை முளைக்க பெப்டோனும் தேவையெனத் தெரிகிறது. டிரைஃபோலியம் ரீப்பென்ஸ்ஸின் (Trifolium repens) சூல்களை ஊடகத்தில் வளர்க்க, NAA அல்லது யீஸ்ட் சாறு அல்லது இரண்டுமோ அவசியமாகும் (நாகாஜிமா : Nakajima, 1968). கரு வளர்வதற்கு NAA ஒரு நல்ல தூண்டுகோலென்பது அவரது அபிப்பிராயமாகும். மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப் பின் 4 அல்லது 6 நாட்கள் கழித்துத்தான் இச்சூல்களைப் பிரித்தெடுத்து வளர்த்தார். ஆனால் குக்கூம்பர்

(cucumber) சாறு ஊடகத்துடன் சேர்க்கப்பட்டால் இளஞ்சூல் களையும் வளர்க்கலாம். இச்சாற்றுடன் கிப்பெரிலிக் அமிலமும் சேர்ந்தால் மகரந்தச் சேர்க்கை நடந்த அடுத்த நாளே சூல்களைப் பிரித்தெடுத்து ஊடகத்தில் வளர்க்கலாம். இதிலிருந்து, கிப்பெரிலிக் அமிலமும் விதை முதிர்ச்சியில் முக்கிய காரணி என்று தெரிகிறது.

சூல் வளர்ப்பில் மற்றொரு முக்கிய கருத்தையும் குறிப்பிடுவது அவசியம். சூல் திசுவிலிருந்து (nucellus) கரு தோன்றுவது எலுமிச்சை குடும்பத்தில் சாதாரணமாக நடைபெறும் ஒன்றாகும். இவ்வாராய்ச்சியில் ஈடுபட்டுள்ள எல்லோரும் கருவுற்ற சூலையே பயன்படுத்தினர். கருவுறாத சூல்களை முதன் முறையாக எடுத்துக் கொண்டவர்கள் பட்டனும் போர்மனுமேயாகும் (Button and Borman, 1971). இவர்களின் ஆராய்ச்சியினால் இரண்டு முக்கிய கருத்துகள் வெளிப்பட்டுள்ளன: (i) இவ்வகை சூல்களிலுள்ள சூல்திசு அதிக காலத்திற்கு வாழும் தன்மையது. (ii) இச்சூல்கள் கருவுறாததால் சூல்திசுவின் குணங்களில் எவ்வித மாறுதலும் ஏற்படுவதில்லை.

மகரந்தச் சேர்க்கை அல்லது கருவுறுதலால் சூல்திசு தூண்டப்பட்டு கருக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இதற்குப் பதிலாக கருவுறா சூல் திசுவிற்கு, ஊடகத்தில் மாலட் சாறு அல்லது அடினைன் அல்லது இரண்டையும் உபயோகிக்கலாம். தென் ஆப்ரிக்கர்களின் இம்முயற்சி தோட்டக்கலை, தாவர இனப்பெருக்கம். (Horticulture, Plant Breeding) ஆகியவற்றில் ஈடுபட்டுள்ளோர் வரவேற்கத்தக்க நல்ல முடிவுகளை அளித்திருக்கின்றது.

மேலும், இந இனங்களுக்கிடையே ஏற்படும் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையின் மூலம் தோன்றும் கரு இயற்கையான சூழ்நிலையில் வளர இயலாமற் போவதுண்டு. இக்கருக்களைப் பிரிதெடுத்து ஊடகத்தில் வளர்ப்பதுபற்றி கருவளர்ப்பு என்ற பகுதியில் கூறப்பட்டுள்ளது. கருவைப் பிரித்தெடுக்க இயலாவிட்டால் சூல்களையே எடுத்து ஊடகத்தில் வளர்க்கலாம். உதாரணமாக காஸிப்பியம் ஆர்போரியத்தையும் (Gossypium arboreum) (பெண்) கா. ஹிர்சுடத்தையும் (G. Hirsutum) (ஆண்) அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை செய்யப்பட்டது. மூன்று நாட்களுக்குப்பின் சூல்களைப் பிரித்தெடுத்து மியோ-இனோசிடாலுடன் உள்ள ஊடகத்தில் வளர்க்க, ஆரோக்யமான கருக்களுடன் கூடிய முதிர்ந்த விதைகள் பெறப்பட்டன.

5 5. ஆன்ட்ரோ ஜெனிஸிஸ் (Androgenesis)

மகரந்தப்பை வளர்ப்பின்போது மனதில் ஒரு முக்கிய பிரச்னை தோன்றுவது இயல்பேயாகும். கருப்பையிலுள்ள முட்டை செல்

கருவுறு மலேயே கருவாக வளரும் தன்மை பெற்றுள்ளது. மற்ற செலகளும்-சினெர்ஜிட், எதிரடி செல்கள் (antipodal cells) கருவுறு மலேயே வளர்ந்து, பகுப்படைந்து கருவாக மாறுகின்றன என்று குறிப்புகள் கூறுகின்றன. அவ்விதமாயின், மகரந்தப் பையிலுள்ள மகரந்தத் தூள்களும் அத்தகைய உள் ஆற்றல் படைத்துள்ளனவா? கருவொத்த அமைப்புகளைப்பெற மகரந்தத் தூள்கள் தகுதியுடையவையா என்பதே நம் மனதில் தோன்றும் ஆவலாகும்.

மகரந்தத்தூள் இரண்டு அல்லது மூன்று நியூகிளியஸ்கள் அல்லது செல்கள் கொண்ட தனி அலகாகும். பெண் கேமெட்டோஃபைட் அல்லது வளருகிற கருப்பையென்பது நான்கு மெகாஸ்போர்களில் ஒன்றேயாகும். மீதியுள்ள மூன்றும் அழிந்துவிடுகின்றன (மானோஸ்பர் வகை இங்கு குறிப்பிடப்படுகிறது). ஆனல், ஆண் கேமெட்டோஃபைட் தோன்றும்பொழுது—சைப்பிரேஸே குடும்பம் தவிர—நான்கு மைக்ராஸ்போர்களும் தொடர்ந்து வளர்கின்றன. வளர்ந்துவரும் கேமெட்டோஃபைட், சில சமயங்களில், கருப்பைபோன்ற அமைப்பைப் பெறுகின்றன. ஹயாசிந்தஸ் ஓரியண்டேலிஸ்ஸில் (Hyacinthus orientalis) சில மகரந்தத்தூள்கள் 8-நியூகிளியஸ்கள் கொண்ட கருப்பைபோன்று காட்சியளிக்கின்றன. இத்தோற்றத்தையடைய பல முறைகளை அவை கையாளுகின்றன (ஸ்டௌவ்: Stow, 1930, 34). இதைத் தொடர்ந்து லெப்டோமீரியா (Leptomeria) (ராம், Ram, 1959) கஸ்குட்டா (Cuscuta) ஆர்னித்தோகேலம் (Ornithogalum) நிப்ஹோஃபியா (Kniphofia) போன்றவற்றிலும் மையாஸிஸின்போது குறுக்குச் சுவர் தோன்றுவதாலோ, மகரந்தத்தின் நியூகிளியஸ் அதிகமான பகுப்படைவதாலோ இந்நிலேயேற்படுகிறது. கருப்பை போன்ற அமைப்பைப் பெற்றதும் அதிலுள்ள செல்கள் (நியூகிளியஸ்கள்) கருவாக வளர விரும்புமோவென்று வேடிக்கையாகக் கேட்கவேண்டும் போலுள்ளது. இக்கருப்பையொத்த மகரந்தத் தூள்களுக்கு அருகாமையில், ஊடகத்தின்மீது, இயல்பான நிலையுடைய மகரந்தத் தூள்களை வளர்த்தால், சில கவர்ச்சியான காட்சிகளைக் காணலாம். ஓரிடத்தில் ஆண் பாலணு கருப்பை ஒத்த கேமெட்டோஃபைட்டினுள் நுழைவதும், இன்னும் சிலவற்றில் 16 நியூகிளியஸ்கள்வரை பகுப்படைந்துள்ளதும் தெரியும். எனவே எந்தவொரு இன கேமெட்டோஃபைட்டும் இருவினத்தின் உள் ஆற்றலையும் படைத்துள்ளது. ஆயினும் ஏதோ ஓர் இனம் தான் முழுவளர்ச்சி அடைகிறது. ஊடகத்தின் தன்மைகளையும் இயற்பியல் காரணிகளையும் மாற்றி, பலவிதத்திலும் முயற்சித்து, கருவொத்த அமைப்புகளை, இயல்பான நிலையிலுள்ள மகரந்தத் தூள்களிலிருந்து பெறுவது சாத்தியமேயென்ற முடிவுக்கு வருகிறோம்.

மேலும், இந்த எண்ணத்தைத் தூண்டும் வகையில் ஒருமயக் கருக்கள் கருப்பையிலிருந்து தோன்றுவதும் தெரியும். இக்கருத்தை மனதிற்கொண்டு, லா ரியூயின் சோதனைக் கூடத்தில் இம்முயற்சிகள் முதன் முதலாக மேற்கொள்ளப் பட்டதெனலாம். டுலெக்கெ (1953) செய்த முயற்சியின் பயனாக, ஆண் கேமெட்டோஃபைட்டின் சூழாய் செல்லிலிருந்து, கூட்டிணைவற்ற, வேறுபாடடையாத செல்களின் திரட்சி, ஜிங்கோ பைலோபாவில் பெறப்பட்டது. இதைத் தொடர்ந்து, 2, 4-D யும் இளநீரும் கொண்ட ஊடகத்தில் டேக்ஸஸ் (Taxus) ஸிலும், டோரியா நூஸிஃபெரா (Torreya nucifera) விலும் (டுலெக்கை, சேஹ்கல் ஆகியோர் 1963) எபிட்ரா ஃபோலியேட்டா (Ephedra foliata)விலும் (கோனர், 1963) இம்மாதிரியான செல் திரட்சிகளை (cell mass) விதை மூடத்தாவரங்களில் காட்டப் பட்டுள்ளன. இவை வேறுபாடடையாத, பச்சையான அல்லது நிறமற்ற ஒரு மயத்திசுவாகும். ஆனால் இவை வளர்ந்து வேறுபாடடைந்தது, கருவொத்த அமைப்பைப் பெற்றதாகவோ, முழுத் தாவரமாக வளரத் தொடங்கியதாகவோ குறிப்புகளில்லை.

பூக்கும் தாவரங்களிடையே, கடந்த பன்னிரண்டு ஆண்டுகளில், இதுபற்றிய பல முடிவுகள் வெளிவந்துள்ளன. (காம்ப் பொஸும் மோர்கனும்: Campos and Morgan, 1958) ஆண் ஒரு மயக்கருவை, கேப்சிகம் ஃப்ரூட்டிசென்ஸ் (Capsicum frutescens) ஸிலும், டேவிஸ் (Davis, 1958), ஹார்டியத்திலும் (Hordeum) காட்டியுள்ளனர். இவை, ஒடுங்குநிலையுடைய (recessive) ஆண் குணங்களைப் பெற்றிருப்பதால், தாவர இனப்பெருக்கத்தில் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது.

டதூரா இன்னாக்ஸியா (Datura innoxia)வில் மகரந்தத் தூள்களிலிருந்து கருவொத்த அமைப்புகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன. (குஹாவும் மகேஷ்வரியும்: Guha and Maheshwari, 1964, 1966, 1967) இவை, பன்னிரண்டு குரோமோசோம்கள் கொண்ட ஒருமயத் தன்மையதே. நிட்ச் சோதனைக் கூடத்தில் இதுபற்றி ஆராய்ச்சி நிறைய நடந்துள்ளன. இவற்றின் முடிவுகளையும் (போர்கினும் நிட்ச்சும்: Bourgin and Nitsch, 1967; நிட்ச் 1969, 70; நிட்ச்சும் நிட்ச்சும், 1969; நிட்ச், நிட்ச், ஹாமோன் ஆகியோர். Nitsch, Nitsch and Hamon, 1968), ஜப்பானிலிருந்தும் (நாகாட்டாவும் டானாக்காவும், Nakata and Tanaka, 1968; நிசெகி, 1970; நிசெகியும் ஊனேவும்: Niizeki and Oona, 1968; டானாக்காவும் நாகாட்டாவும் 1969), இந்தியாவிலிருந்தும் (குஹா, ஐயர், குப்தா, ஸ்வாமிநாதன் ஆகியோரும், 1970; மகேஷ்வரியும் சோப்போரியும் 1972; நாராயணசுவாமியும் சண்டியும்: Narayanaswamy and

Chandy, 1971); சோப்போரியும் மகேஷ்வரியும்: Sopory and Maheshwari, 1971) ஏனைய நாடுகளிலிருந்தும் (கோஹ்லென்பாக், கெயர் ஆகியோர் (Kohlenbach and Geier, 1972) மெல்ஷர்ஸ்ஸும் லபீபும்: Melchers and Labib, 1970; நிட்ஷ்ஷே; Nitzsche, 1970; சுந்தர்லாண்டு, 1970; சுந்தர்லாண்டும் விக்ஸ்ஸும்: Sunderland and Wicks, 1969, 1971) கிடைத்துள்ள முடிவுகளை மனதிற்கொண்டு முக்கியமான கருத்துக்கள் சில இங்கு சொல்லப்படுகின்றன.

ஊடகம்

குறைந்த பொருள்கள்கொண்ட ஊடகமே போதுமானது. அகாரும் 2% சர்க்கரை மட்டுமே கூடப்போதும். ஆயினும் கருவொத்த அமைப்புகள் (அல்லது எம்பிரயாய்டுகள்) தொடர்ந்து வளர இன்னும் சில பொருள்களும் தேவை. ஊடகத்துடன் இரும்பு, சில கனிமங்கள் கலந்து, 2% சுக்ரோஸ் சேர்த்தால் கரு வேறுபாடடைய உதவுகிறது. இரும்புச்சத்து இல்லாவிட்டால் உருண்டை வடிவத்திற்குமேல் கரு வளர்வதில்லை. ஃபெரிக் சிட்ரேட்டைவிட Fe EDTA சிறந்ததெனத் தெரிகிறது. வெவ்வேறு விதமான தாதுப்பொருள்களின் கலவைகளும் ஆக்ஸின்களும் உபயோகப்படுத்தப்பட்டாலும் சர்க்கரையும் இரும்பும்போல அவை முக்கியமில்லை. எனினும் IAA, 2, 4-D சேர்த்தால் அதிகக் கரு வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன.

சுருங்கக்கூறின், குறைந்தபட்ச ஊடகமே போதுமானது. இளநீர், கேசின் ஹைட்ரோலிசேட், பிளம் (plum) சாறு முதலியன தேவைக்கு வேண்டாது உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன. கைனடினும் ஆக்ஸினும்கூட இன்றியமையாதனவல்ல. உண்மையிலேயே, சைட்டோகைனினும் ஆக்ஸினும் சேர்ப்பது கேலஸ் வளர்ச்சியைத்தான் தூண்டுகிறதேயொழிய, ஒழுங்கான எம்பிரயாய்டுகள் வளர உதவுவதில்லை. சியாடின், அடினைன், EDDHA ஆகியவை எம்பிரயாய்டுகளைத் தோற்றுவிக்க உதவுகின்றன என்பது சோப்போரி, மகேஷ்வரி ஆகியோரின் முடிவு. கீழ்க்கண்ட ஊடகமே இவ்வாராய்ச்சிக்குப் போதுமானது.

I	KNO_3	950 மி. கி.
	NH_4NO_3	720 ,,
	$MgSO_4\ 7H_2O$	185 ,,
	$CaCl_2$	166 ,,
	KH_2PO_4	68 ,,

II ஒரு லிட்டர் வடித்த நீரில் 5·57 கி. $FeSO_47H_20$வும் 7·45 கி. Na_2EDTAவும் சேர்த்து அதனின்றும் ஊடகத்துடன் 5 மி. லி. சேர்க்க வேண்டும்.

III	$MnSO_44H_20$	25	மி. கி.
	H_3BO_3	10	,,
	$ZnSO_47H_2O$	10	,,
	$Na_2M_0O_42H_2O$	0·25	,,
	$CuSO_45H_2O$	0 025	,,
IV	Meso-inositol	100	மி. கி.
	Nicotinic acid	5	,,
	Glycine	2	,,
	Pyridoxine Hcl.	0·5	,,
	Thiamine Hcl.	0·5	,,
	Folic acid	0·5	,,
	Biotin	C·05	,,
V	Sucrose	2%	
VI	Agar	0·8%	

பி. ஹெச் 5·5-ல் நிலை பெற வைத்து, பகலில் 30° செ. இரவில் 24° செ. வெப்பமளித்து, 5500 லக்ஸ்/எம்^{2} வெளிச்சம் அளிக்க வேண்டும். மேலே குறிப்பிட்ட வைடமின்களும் IAAவும் தேவையாயின் சேர்த்துக் கொள்ளலாம்.

மகரந்தத்தூள்கள் ஒரு நியூகிளியஸ் உள்ள நிலையில், அதாவது மையோஸிஸ் முடிந்து, செல்கள் நான்கன் தொகுதியிலிருந்து (tetrad configuration) பிரிந்தபின், ஊடகத்திற்கு மாற்றப்படுவது நல்லதெனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

எம்பிரயாய்டுகளின் வளர்ச்சி

உதாரணம் நிக்கோடியான டபாக்கம் (நிட்ச், 1969).

ஊடகத்தின் மீது மூன்று வாரங்கள் வளர்ந்தபின் மகரந்தப்பை திறக்கிறது. அதனுள், பலவித வளர்ச்சி நிலைகளில் எம்பிரயாய்டுகள் காணப்பட்டன. மகரந்தத் தூளின் வெளிச்சுவர் உடையாத நிலையிலேயே செல்பகுப்புகள் தோன்றி, பின்னர் அச்சுவர் வழிவிட, இட்டத்தட்ட உருண்டை வடிவான எம்பிரயாய்டுகள் வெளிவருகின்றன. இவ்வேறுபாடுகள் சிறு சஸ்பென்ஸார் கொண்டவை

களாகவும் இருக்கலாம். இவை வளர்ந்து இருதய-டார்பிடோ-வடிவங்கள் கொண்ட எம்பிரயாய்டுகளாக மாறுகின்றன.

எம்பிரயாய்டுகள் முளைக்கும்பொழுது மூன்று முக்கிய அம்சங்களைக் காணலாம்.

(அ) ஒளி, ஈர்ப்பு திசைச் சார்பு இயக்கங்கள்.

(ஆ) வேர் தோன்றுதல்.

(இ) வித்திலைகள் பச்சை நிறமாக மாறுதல்.

சைகோட்டினின்றும் தோன்றும் கரு, வளர்வடங்கிய நிலை முடிந்தபின்னர் முளைக்கின்றன, ஆனால் எம்பிரயாய்டுகளின் வளர்ச்சியும் முளைத்தலும் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன. அதே தன்மையை உண்டுபண்ண அப்சிஸிக் அமிலம் உதவும். குறைந்த செறிவில், எம்பிரயாய்டுகள் டார்பிடோ நிலையிலேயே பல மாதங்கள் இருக்கும். பின்னர் குளுட்டார்தயோனைச் சேர்த்து அப்சிஸிக் அமிலத்தை சக்தியற்றதாகச் செய்து விடலாம்.

மகரந்தத் தூளிலிருந்து தோன்றும் எம்பிரயாய்டுகள் சைகோட் கருக்களைப் போலவே அச்சு ஒட்டிய சமச்சீரமைவிலிருந்து (axial symmetry), ஈரிடையான சமச்சீராக (bilateral symmetry) மாறுகின்றன.

ஒருமயச் செடிகளின் வளர்ச்சி

ஊடகத்தில் மகரந்தப் பைகளை வளர்க்க ஆரம்பித்த 5-9 வாரங்களுக்குப்பின் ஒருமயச் செடிகளை ஊடகத்தில் தோற்றுவிக்கலாம். இப்பொழுது, சுக்ரோஸின் செறிவைப் பாதியாகக் குறைத்து, ஆக்ஸினை அகற்றி, ஊடகம் தயார் செய்யவேண்டும். பின்னர், சில வாரங்களில் மண் தொட்டிகளுக்கு அவற்றை மாற்றி விடலாம். இவை இருமயச் செடிகளைவிட அளவில் சிறிதாக இருந்தன. அவை, பூத்தபோதிலும் விதைகள் உண்டாவதில்லை. ஒளித்திசைச் சார்பு இயக்கங்களில் இருமயச் செடிகளைப்போலவே இயங்குகின்றன.

இச்செடிகளை காமா ஒளிக்கதிர் முறையால் (Gamma X-ray) (1500-300 ராட்கள்: Rads) மியூட்டன்ட்களாக மாற்றலாம். இவை விதைகளைத் தோற்றுவிக்கும். மற்ற ஒருமயச் செடிகளெல்லாம் வளமிலாதவைகளாகியிருப்பதை (மலடுத் தன்மை) தடுக்க முடியும். கால்ச்சிசைனைப் பயன்படுத்தியோ (டனுக்காவும் நாகாட்டாவும், 1969) அல்லது அக பகுப்படையுமுறையாலும் (endomitosis) இருமயச் செடிகளாக அவற்றை மாற்றலாம்.

இவ்வாறு மகரந்தத் தூளிலிருந்து எம்பிரயாய்டுகள் பெறுவது, கருத்தோன்றல் பற்றி மற்றொரு முறையையும், மரபியல் முறையில் முன்னேற்றத்தையும், தோற்றுவிப்பதோடு பல புதிய பிரச்னைகளையும் தோற்றுவிக்கின்றன. இவ்வளவு சுலபமாக, சாதாரண ஊடகத்தில், சுக்ரோஸின் சக்தி கொண்டே, கருக்களைத் தோற்றுவிக்க முடியுமாயின் கருப்பை பற்றிய முக்கியத்துவமும், கருவுறுதல் என்ற உயிரியலின் முக்கியப் பண்பும், கருவுற்றபின் அது வளர்வதின் தூய்மையும்தான் என்ன என்று விளங்கா நிலையில் நாம் விடப்படுகிறோம்.

குறிப்புத் தேட்டம்

(முன் அத்தியாயங்களில் கூறியவை தவிர்க்கப்பட்டுள்ளன)

ABBOTT, A. J., 1963. The growth and development of excised roots in relation to trace element deficiencies.
Ph. D. Thesis, Univ. Bristol.

ANEJA, S. & C. K. ATAL, 1969. Plantlet formation in tissue cultures from lignotubers of *Eucalyptus Citriodora* Hook.
Curr. Sci. 38: 69

BALL, E., 1946. Development in sterile culture of stem tips and subacent regions of *Tropaeolum majus* L and of *Lupinus albus* L.
Am. J. Bot. 33: 301—318

BALL, E., 1960. Sterile culture of the shoot apex of *Lupinus albus*.
Growth 24: 91—110

BELKENGREN, R. O. & P. W. MILLER, 1962. Culture of apical meristems of *Fragaria visca* strawberry plants as a method of excluding latent A virus.
Plant Dis. Rep. 46: 119—121

BILDERBACK, D. E., 1971. The effects of amino acids upon the development of excised floral buds of *Aquilegia*.
Am. J. Bot. 58: 203—208

BILDERBACK, D. E., 1972. The effects of hormones upon the development of excised floral buds of *Aquilegia*.
Am. J. Bot. 59: 525—529

BOURGIN, J. P. & NITSCH, J. P., 1967. Obtention de *Nicotiana* haploides à partird' étamines cultivées *in vitro*.
Annls Physiol Vég. 9: 377—382

BUTCHER, D. N. & STREET, H. E. 1964. Excised Root culture.
Bot. Rev. **30**: 513—586

BUTTON, J. & BORMAN, C. H., 1971. In vitro development of nucellar plants from unfertilized ovules of the Washington Navel Orange.
Abs.: International Symposium Delhi.
p. 43—45

CAREW, D. P. & A. E. SCHWARTING, 1958. Production of rye embryo callus.
Bot. Gaz. **119**: 237—239

CARTER, O., Y. YAMADA & E. TAKAHASHI, 1967. Tissue Culture of oats.
Nature (lond) **214**: 1029.

CHAPPELL, E. J. & J. R. MAUNEY, 1967. Culture of the apical meristem of *Gossypium hirsutum in vitro*.
Phyton **24**: 93—100

CUTTER, E. G., 1965. Recent Experimental studies of the shoot apex and shoot morphogenesis.
Bot Rev. **31**: 7—113.

DAVID, S. B., 1958. Studies on the amino acid nutrition of excised roots of *Medicago sativa* L.
'Modern developments in plant Physiology'.

FRESON, R. & N. VANSEVEREN, 1968. The propagation of orchids by the method of culturing meristems *in vitro*.
Nat. Ass. Prof. Biol. Belgique **14**: 86—94.

GUHA, S., IYAR, R. D., GUPTA, N., SWAMINATHAN, M. S., 1970. Totipotency of gametic cells and the productions of haploids in Rice.
Curr. Sci. 39 : 174—176

GUHA, SIPRA & MAHESHWARI, S. C. 1964. In vitro production of embryos from anthers of *Datura*
Nature, Lon. **204**: 497

GUHA, SIPRA & S. C. MAHESHWARI, 1966. Cell division and differentiation of embryos in the pollen grains of *Datura in vitro.*
Nature (Lond) **212**: 97—98

GUHA, SIPRA & S. C. MAHESHWARI, 1967. Development of embryoids from pollen grains of *Datura in vitro.*
Phytomorphology **17**: 454—461

GUPTA, S. & S. C. MAHESHWARI, 1970. Growth and flowering of *Lemma paucicostata* 1. General aspects and control by chelates.
Plant and cell physiol. **11** : 83—95

——— & ——— 1970b. Growth and flowering of *Lemna paucicostata* II. Role of growth regulators.
Plant and Cell Physiol. **11**: 97—106

HENDRE, H. R. A. R. MASCARENHAS, MEERA PATHAK, B. S. RAO & JAGANNATHAN, 1971. Studies on tissue cultures of Maize, Wheat, Rice ard Sorghum.
Abs ; International Symposium, 1971 Delhi P. 49—51.

HEYES, J. K., 1960. Nucleic acid changes during cell expansion in the root.
Proc. Roy. Soc. **152**: 218—230

HOLLINGS, M., 1965. Disease control through virus-free stock.
Ann. Rev. Phytopath **3**: 367—396

JACOBS, W. P., 1961. The polar movement of auxin in the shoots of higher plants: its occurence and physiological significance.
In; Plant Growth Regulation 397—409 Iowa State univ. press.

JOHRI, B. M. & C. B. SEHGAL, 1966. Growth responses of the ovaries of *Anethum, Foeniculum* and *Trachyspermum* Phytomorphology **16**: 364—378

KOHLENBACH, H. W. and T. GEIER, 1972. Embryonen aus *in vitro* kultiviérten Antheren von *Datura meteloides* Dun., *Datura wrigbtii* Regel and *solanum tuberosum* L.
Z. Pflanzen physiol. **67**: 161—165

KONAR, R. N. 1963. A haploid tissue from the pollen of *Ephedra foliata* Boiss.
Phytomorphology **13**: 170—174

KONAR, R. N. & K. NATARAJA, 1969. Morphogenesis of isolated flower buds of *Ranunculus sceleratus* L. *in vitro*.
Acta. Bot. Neerl. **18**: 680—699

KRIKORIAN, A. D. & KATZ, G. M., 1968. The aseptic culture of onion roots and roof tissue: A preliminary report.
Phytomorphology **18**: 207—211

LOENING, U. E., 1962. Messenger ribonucleic acid in pea seedlings.
Nature (Lond.) **195**: 467—469

MAHESWARI, NIRMALA & M. LAL, 1958. *In Vitro* Culture of ovaries of *Iberis amara* L
Nature (Lond.) **181**: 631

MAHESHWARI, NIRMALA & M. LAL, 1961. *In Vitro* culture of ovaries *Iberis amara* L.
Phytomorphology **11**: 17.

MAHESWARI, S. C. and SOPORY, S. K., 1972. Plants from pollen grains.
Science Today **6**: 13—18

MAJUMDAR, S. K., 1970. Production of Plantlets from the ovary wall of *Haworthia turgida* var *pallidifolia*.
Planta (Berlin) **90**: 212—214

MARTIN, C., H. DULIEU & M. CARRE, 1967, Sur la possibilité de rendre des plantes virosées indemnes de virus par la culture de méristèms inflorescentiels et floraux.
C. r. hebd. Séanc Acad Sci, Paris. **264**: 1994—1996.

MASCARENHAS, A. R., SAYA GAVER, B. M. & JAGANATHAN, V. 1965. Studies on the growth of callus cultures of *Zea mays*: 283—292. In. Ramakrishnan, C. V. (ed.) Tissue culture, The Hague Netherlands.

MELCHERS, G. & G. LABIB, 1970. Die Bedeutung haploider Hòherer Pflanzen fùr pflanzenphysiologie und pflanzen zùchtung. Die durch Antherenkultur erzeugten Haploiden, ein neuer Durchbruch fùr die Puanzenzùchtung.
Ber. Dtsch. Bot. Ges. Bd. **83**: 129—130

MELHUISH, F. M., 1962. Aspects of the amino acid metabolisim of roots.
Ph. D. Thesis, Univ. Wales.

MOHANRAM, H. Y. & MRIDUL BATRA, 1970. Stimulation of flower formation by cytokinins in the excised immature inflorescence of *Cyperus rotundus*.
Phytomorphology **20**: 22—29

MOHANRAM, H. Y. & F. C. STEWARD, 1960. The induction of grówth in explanted tissue of the banana fruit.
Can. J. Bot. **42**: 1559—78

MOREL, G. M., 1964. Tissue Culture-a new means of clonal propagation of orchids.
Am. Orch. Soc. Bull **33**: 473—478

MOREL, G. & MARTIN, C., 1952. Guérison de Dahlias atteints d'une maladie à virus.
C. r. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris. **235**: 1324—1325.

Morel, G. & R. H. Wetmore, 1951. Tissue culture of monocotyledons.
Am. J. Bot. **38**: 138—40

Nakata, K. & M, Tanaka, 1968. Differentiation of embryoids from developing germ cells in anther culture of tobacco.
Jap. J. Genet **43** (1): 65—71

Narayanaswamy, S. & Chandy, L. P., 1971. *In vitro* induction of Haploid, Diploid, and Triploid Androgenic embryoids and plantlets in *Datura metel* L.
Ann. Bot. **35**: 535-42

Nickell, L. G. & Gautheret, R. J., 1957. Sur les caractères morphologiques des cultures de tissus d' *Agave toumeyana* Trel.
Rev. gén. bot. **64**: 532—538

Niizeki, H. & K, Oono, 1968. Introduction of haploid rice plant from anther culture.
Proc. Jap. Acad. **44** (6): 554—557

Nishi, T., Y. Yamada & E. Takahashi, 1968. Organ differentiation and plant restoration in rice callus.
Nature (Lond.) **219**: 508—509.

Nitsch, J. P., 1969. Experimental androgenesis in *Nicotiana*
Phytomorphology **19**: 389—404

Nitsch, J. P., 1970. Embryogénèse expérimentale. I Production d' embryons à partir de grains de pollen.
Mém. Soc. bot. Fr. C (In press).
In Phytomorphology **19**: 389—404

Nitsch, J. P. & C. Nitsch, 1969. Haploid plants from pollen grains.
Science **163**: 85—87.

Nitsch, J. P., Nitsch, C. & Hamon, S. 1968. Réalisation expérimentale de l' 'androgénèse' chez divers *Nicotiana.*
C. r. séanc. Soc. Biol. **162**: 369-372

NITZSCHE, W., 1970. Herstellung haploider Pflanzen aus Festuca-Lolium-Bastarden.
Naturwiss **57**: 199–200.

PIERIK, R. L. M., 1972. Adventitious Root Formation in Isolated Petiole segments of *Lunaria annua* L.
L. Pflanzenphysiol **66**: 343—351

PILLAI, S. K. & HILDEBRANDT, A. C. 1969. Induced differentiation of geranium plants from undifferentiated callus *in vitro*.
Am. J. Bot **56**: 52–58

RAM, MANASI, 1959. Occurrence of embyosac-like structures in the microsporangia of *Leptomeria billardierii* R. Br.
Natures (Lond) **184**: 914—915.

RASTE, A. P., 1971. Differentiation in inflorescence segments of *Mazus pumilus*.
Abs: Int. Symposium p. 59–60

RASTE, A. P. & GANAPATHY, P. S., 1970. *In vitro* behaviour of inflorescence segments of *Mazus pumilus*.
Phytomorphology **20**: 365—372

RAYCHAUDHURI, S. P., 1967. Inhibition of Plant Viruses in Tissue Cultures.
In: Plant Cell, Tissue and Organ Cultures. p. 75–76.
Seminar, Univ. of Delhi.

ROBB, S. M., 1957. The culture of excised tissue from bulb scales of *Lilium speciosum* Thur.
J. exp. Bot. **8**: 348 –352.

ROBBINS, W. J. & HERVEY, A., 1970. Tissue culture of callus f om seeding and adult stages of *Hedera helix*.
Am. J. Bot. **57**: 452–457

SACHAR, R. C. & S. GUHA, 1962. *In vitro* growth of *Ranunculus scleratus* L.
In: Plant Embryology-A symposium C.S.I.R. New Delhi, 244–253

SACHAR, R. C. & KANTA, K., 1958. Influence of growth substances on artificially cultured ovaries of *Tropaeolum majus* L. Phytomorphology **8**: 202—218

SEHGAL, C. B., 1968. Response of young inflorescences of *Anethum graveolens* L. to growth substances. Curr. Sci. **37**: 425—426

SHIVANNA, K. R., 1968. Elimination of self-incompatibility in Petumia axillaris (Lam) B S.P. Ph. D Thesis, Univ. of Delhi.

SHIVANNA, K. R. & N. S. RANGASWAMY, 1969. Over-coming self-incompatibility in *Petunia axillaris*. I. Delayed pollination, pollination with stored pollen, and bud pollination. Phytcmorphology 19 :

SMITH, R. H. & T. MURASHIGE, 1970. *In vitro* development of the isolated shoot apical meristem of angiosperms. Am. J. Bot **57**: 562—568

SOPORY, S. K. & S. C. MAHESHWARI, 1971. *In vitro* production of haploid embryos from *Datura innoxia*. In: Int. Symposium, Delhi 71 p. 46—47

STOW, I., 1930. Experimental studies on the formation of embryo sac-like giant pollen grains in the anther of *Hyacinthus orientalis*. Cytologia **1** : 417—439.

STOW, I, 1934. On the female tendencies of the embryo sac-like giant pollen grains of *Hyacinthus orientalis*. Cytologia **1** : 417-439.

STRAUS, J. & LA RUE, C. D., 1954. Maize endosperm tissue grown *in vitro*. I. Cultural requirements. Am. J. Bot. **41** : 687-694.

STREET, H. E., 1957. Excised root culture. Biol. Rev. **32**: 117-155.

SUNDERLAND, N., 1970. Pollen plants and their significance: New Scientist 142-144.

SUNDFRLAND, N. & F. M. Wicks, 1969. Cultivation of haploid plants from tobacco pollen.
Nature **224** : 1227-1229.

SUNDERLAND, N. & F. M. Wicks, 1971. Embryoid Formation in Pollen Grains of *Nicotiano tabacum*.
J. Exptl. Bot. **22** : 213-226.

SUSSEX, I. M., 1963. In : Meristems and Differentiation, Brookhaven Symp.
Biol **16** : 1-12.

TANAKA, M. & NAKATA, K. 1969. Tobacca Plants obtained by anter culture and the experiment to get diploid seeds from haploids.
Jap. J. Genet, **44** : 47-54.

TEPFER, S. S., GREYSON, R.I., CRAIG, W. R. & J. L. HINDMAN, 1963. *In vitro* culture of floral buds of *Aquilegia*.
Am. J. Bot. **50** : 1035-1045.

TULECKE, W. R., 1953. A tissue derived from the pollen of *Ginkgo biloba.*
Science **117** : 599.

TULECKE, W. R. & N. SEHGAL, 1963. Cell proliferation from the pollen of *Torreya nucifera*.
Contrib. Boyce Thompson Inst. **22** : 153-163.

VINE, S. J., 1968. Improved culture of apical tissues for production of virus-free strawberries.
J. Hort. Sci. **43** : 292-297.

WEBSTER, J.M., 1966. Production of oat callus and its susceptibility to a plant parasitic nematode.
Nature (Lond.) **212** : 1472.

WETMORE, R. H., 1953. Carbohydrate supply and leaf development in sporeling ferns.
Science **118** : 578.

WETMORE, R. H. & MOREL, G. 1949. Growth and development of *Adiantum pedatum* L. on nutrient agar.
Am. J. Bot. **36**: 805-806.

WINTON, L. L., 1970. Shoot and Tree production from Aspen Tissue Cultures.
Am. J. Bot. **57** : 904-909.

WITHNER, C. L., 1942. Nutrition experiments with orchid seedlings.
Bull. Amer. Orchid. Soc. **11** : 112-114.

YORA, K. & T. TSUCHIZAKI, 1962. The elimination of patent viruses from potatoes of Danshaku variety by use of tissue culture.
Phytopathol. Soc. Japan Ann. **27**: 219-221.

6. தொங்குநிலை வளர்ப்பும் தனிசெல் வளர்ப்பும்

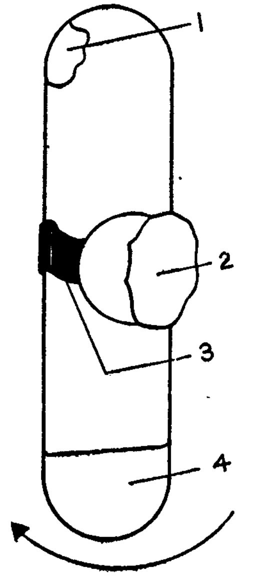
6-1. தொங்குநிலை வளர்ப்பு

அகார் கலந்த ஊடகத்தில் கேலஸ் திசுக்களும், செடியின் பாகங்களும் வளர்ப்பது பற்றி பார்த்தோம். இதைவிடத் திசுக்களை நீர்ம ஊடகத்தில் வளர்ப்பதில் சில அனுகூலங்களிருக்கின்றன. இம்முறையால் ஊட்டச் சத்துக்கள் சுலபமாகத் திசுக்களை அடைகின்றன. நச்சுத் தன்மையுள்ள வீண் பொருள்கள் சுலபமாகத் தவிர்க்கப்படுகின்றன. வைடமின், மேலும் மக்னீஸியம், கால்சியம் போன்ற நுண் ஊட்டச் சத்துக்கள் பற்றி அறிவதற்கும் நீர்ம ஊடகமே சாலச் சிறந்தது.

நீர்ம ஊடகத்தில் திசுக்களுக்கு நல்ல காற்றோட்டம் தேவைப் படுகிறது. நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்யப்பட்ட வடிதாள்களை நீர்ம ஊடகத்தைத் தொடும்படி வைத்து அதன் மீது திசுக்களை வளர்த்தனர். இவ்வமைப்பைச் செங்குத்தான அல்லது சாய்வான நிலையிலுள்ள சோதனைக் குழாய்களுக்குள் வைத்தனர். ஆனால் இன்றோ ஏர்லென்மேயர் குடுவைகளிலும் இதற்காக தனித்த முறையில் செய்யப்பட்ட குடுவைகளிலும் வளர்க்கின்றனர். ஸ்டீவர்டு, மேப்ஸ், ஸ்மித் குழுவினர் (Steward, Mapes and Smith, 1958) உபயோகப்படுத்தியது போன்ற அமைப்பையோ அதை அடிப்படையாகக் கொண்ட வேறு குடுவைகளையோ பலரும் பயன் படுத்துகின்றனர்.

சுமார் 12·5 மி.மீ. × 3·5 மி.மீ. அளவுள்ள இருமுனைகளும் அடைக்கப்பட்ட கண்ணுடி உருளையின் ஒரு பக்கம் சிறிது நீண்டு அதன் வாய் திறந்திருக்கும் (படம் 20). இந்த ஒரே துவாரத்தின் வழியே நீர்ம ஊடகம், திசு முதலியவற்றை உள்ளே வைத்து, பஞ்சாலும் அலுமினியத் தகடு போன்ற காகிதத்தாலும் திறந்த வழியை நன்கு மூடவேண்டும். இவ்வாறுன குழாய்களை ஒரு வட்டமான தட்டின்மீது கட்டி, 12—24 தட்டுக்களை இணைத்து, ஒரு சிறு

மோட்டாரின் சக்தியால் சுற்றவைக்கலாம். மோட்டாரின் சக்தியைப் பொறுத்து ஒன்றிற்கு மேலான தட்டுக்களைப் பொருத்தலாம். இத்தட்டின் சுழலும் வேகம், நிமிடத்திற்கு 0·5-5 முறைஇருந்தால் போதும். இது வளைந்த ஓர் அச்சில் பொருத்தப்பட்டுள்ள தட்டுக்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் இது அமைந்துள்ள விதத்தில் பஞ்சு நனையாமலிருக்கும். ஒவ்வொரு சுழற்சியின் போதும் திசுக்கள் ஊடகத்தில் ஒருமுறை நனையும். இதன் நேரம், சுழற்சியின் வேகம், உருளையின் விட்டம் ஆகியவை உள்ளேயிருக்கும் ஊடகங்களைப் பொறுத்தன. ஆனால் இம்முறையால் குறைந்த அளவு திசுவைத்தான் வளர்க்க முடியும்.



படம் 20

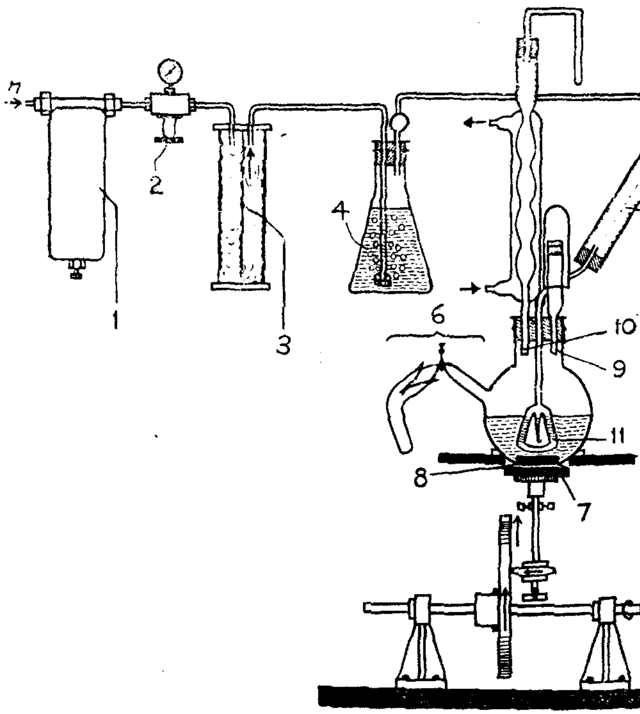
ஸ்டீவர்டு பயன்படுத்திய வளர்ப்புகுழாய். (ஸ்டீவர்டு திசு வளர்ப்பு அமைப்பின் ஒரு பாகம்)

1. செடியின் பாகம்.
2. பஞ்சு அடைப்பான்.
3. சக்கரத்துடன் இணைக்கப் பயன்படும் இடுக்கி.
4. ஊடகம்.

இக்குறையை நிவர்த்திக்க, டுலெக்கையும் நிக்கலும் (1960) ஒரு முறையைக் கண்டறிந்தனர். இந்த அமைப்பினால் நல்ல காற்றோட்டம் கிடைக்கிறது. அதிக அளவு திசுக்களை, இம்முறையால், வளர்க்கலாம். இம்முறையையும்விட மேம்பாடுடையது மெல்ஷர்ஸும் பெர்க்மனும் (Melchers and Bergmann, 1959) பயன்படுத்திய முறை (படம் 21) இம்முறையால் தொடர்ந்து காற்று உள்ளே அனுப்பப்படுகிறது. ஒரு காந்தக் கலக்கியால் (magnetic stirrer) ஊடகம் கலக்கி விடப்படுகிறது. மேலும் புதிய ஊடகம் உள்ளே செலுத்தப்படுகிறது. உள்ளிருக்கும் வளர்ப்புகளை வெளியே எடுக்க வகை செய்யப்பட்டுள்ளது.

ஆயினும் தொடர்ந்து அதிக வளர்ச்சியை ஏற்படுத்தும் முறையும் அதே சமயத்தில் அதிக அளவில் தனித்த செல்களை நிலைநாட்டுவதும், செல் தொகுப்புகளின் உச்ச அளவை நிர்ணயிப்பதும் இன்னும் இயலாத காரியமாகவே உள்ளது. செல் பகுப்பும், செல் பிரிதலும் ஒன்றுக்கொன்று ஏட்டிக்குப் போட்டியாக உள்ளன.

திசு வளர்ப்பிற்குப் பயன்படுத்த விரும்பும் பாகங்களின் சிறு துண்டுகளை நீர்ம ஊடகத்தில் வைத்து, சாதாரண முறையில், கிடைமட்ட கலக்குங்கருவியில் (horizontal shaker) நிமிடத்திற்கு



படம் 21

தொங்குநிலை வளர்ப்பு ஆய்கருவி. (மெல்ஷர்ஸ−ம் பெர்க்மெனும்)

1. வடிகட்டி, 2. குழாய் அடைப்பு. 3, 5; பஞ்சு வடிகட்டி. 4. ஈர கசிவாக்க அமைக்கப்பட்டது. நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்த நீருள்ளது. 6. மாதிரிக்கு பயன்படுத்தும் குழாய் (sampling tube). 7, 8, காந்த மண்டல சுழற்றி (magnetic stirrer). 9. ஊடகத்தை உள் செலுத்தும் குழாய். 10. ஆவியாவதைத் தடுக்கும் கருவி. 11. காற்றேட்டத்திற்கான குழாய்.

160-200 முறைகள் சுழல வைத்தால், சில நாட்களில் அவைகளின் மீது காலஸ் திசுவும் தனி செல்களும் தோன்றும். இவைகளை விரும்பும் ஊடகத்திற்கு மாற்றி வளர்க்கலாம். திட ஊடகத்திலுள்ள காலஸ் திசுவை நீர்ம ஊடகத்திற்கு மாற்றி வளர்ப்பது சுலபமானதாகும். எம்முறையில் தொங்குநிலை வளர்ப்பை தோற்றுவித்தாலும், அதன் வளர்ச்சியின் வேகமும், தனிசெல்களும், செல் கொத்துக்களும் ஒருங்கிணைந்து அமைக்கப்பட்டுள்ள முறையும், கேலஸின் தன்மையையும், தாவரத்தின் எந்தத் திசுவிலிருந்து

கேலஸ் தோற்றுவிக்கப் பட்டதென்பதைப் பொறுத்துள்ளது. பல தாவரங்களிலிருந்து தொங்குநிலை வளர்ப்பைப் பெறமுடியவில்லை.

தொங்குநிலை வளர்ப்புச் செய்ய செல்கள் முடிந்தவரை தனித் தனியாக பிரிதல் வேண்டும். சைட்டேர் கைனின் முதற் சுவற்றிற்கு (primary wall) மேலும் மேலும் லிக்னினை அளித்து செல் பிரிதலைத் தவிர்க்கிறது. மற்றும் நொதிகளும் இவ்வாறே இயங்குவதாலோ அல்லது மற்ற காரணிகளாலோ எல்லா தாவரங் களுக்கும் தொங்குநிலை வளர்ப்பு செய்ய முடிவதில்லை.

அடுத்தபடியாக, தொங்குநிலை வளர்ப்பிலுள்ள செல்களைப் பிரிப்பதும், அவற்றைப் பன்மடங்காகப் பெருகச் செய்வது எப்படி என்பதைக் கவனிக்கவேண்டும். செல்களை தனிப்படுத்துதல், செல் சுவர்களின் செயலியல், வேதியியல் பண்புகளைப் பொறுத்தது. அதிக ஆக்ஸின் செறிவிலும், ஆக்ஸின்-ஈஸ்ட் சாரத்திற்கும், அல்லது ஆக்ஸின்-இளநீருக்கும் அல்லது ஆக்ஸின்-கைனடினிற்கு மிடையேயுள்ள ஒருவகைச் சமநிலையைப் பொறுத்ததெனக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. சில வைடமின் குறைவால்கூட செல் பிரிதல் ஏற்படலாம்.

கால்சியம் பெக்டினேட் (calcium pectinate) அழிவதால்தான் செல்கள் பிரிகின்றன போலும். இவ்வாறு, நொதிகளின் மூலமோ (பெக்டினேஸால்) அல்லது ஷிலேட்டிங் ஏஜண்டின் (chelating agent) மூலமாக கால்சியத்தை விலக்கியோ செல்களைப் பிரிக்கலாம். ஆனால் அது மாத்திரம் நம் குறிக்கோளல்ல. பிரிந்த செல்களை வளர்க்க வேண்டும். தொங்குநிலை வளர்ப்பிலுள்ள செல்களை வெவ்வேறு விதமான வடிமுறைகளால் வடித்து, பிரித்து தனி செல் வளர்ப்புச் செய்வர். தனி செல் வளர்ப்பில் மியூர், ஹில்டெபி-ராண்ட், ரிக்கர் (Muir, Hildebrandt and Riker, 1954) கூட்டு முயற்சி வெற்றியடைந்தது. இத்தனி செல் வளர்ச்சிபற்றி பின்னர் கவனிப்போம்.

6-2. தொங்குநிலை வளர்ப்பில் புற அமைப்புத் தோன்றல்

தொங்குநிலை வளர்ப்பில் வேர்கள், தண்டுகள், கருவொத்த உருவகங்கள் தோன்றுவதுண்டு. இவை வளர்ப்பின் நிலையைப் பொறுத்தது. அட்ரோப்பா பெலடோன்னு (Atropa belladonna) (தாமஸும் ஸ்ட்ரீட்டும் : Thomas and Street, 1970) அதிகமான வேர்கள் தோன்றின. ஆனால், ஹால்ப்பெரினின் (1966, 1967) காரட் தொங்குநிலை வளர்ப்புகளில் கருவொத்த தோற்றங்கள் அதிகமாகக் காணப்பட்டன. இந்நிலையை எவ்வாறு விளக்குவது?

வேர்களும் கருவொத்த உருவகங்களும் ஒரே ஆக்குத் திசு சிறு முடிச்சிலிருந்து தோன்றுகின்றன. வேரின் முனை வேகமாக நீண்டு வளர்ந்தால் விதையிலை, தண்டுநுனி முதலியன வளர இயலாமற் போய் விடுகிறது. வேரின் வளர்ச்சி வேகமாக இல்லாவிட்டால் எல்லா உறுப்புகளும் ஒரே விகிதத்தில் வளர்ந்து, ஒழுங்கான கருவளர் முறையைப் பின்பற்றுகிறது. இவ்வாறான விளக்கத் துடன் திருப்தியடைந்துவிட முடியுமா? இவைபற்றி புற அமைப்புத் தோன்றல் என்ற பகுதியில் அதிகம் காண்போம்.

தொங்குநிலை வளர்ப்பில் புற அமைப்புத் தோன்றல்பற்றி கன்னாவும் ஸ்டாபாவும் (Khanna and Staba, 1970) கூறியுள்ள கருத்து இன்றைய நமது நிலையை எடுத்துக் காட்டுகிறது. ஸ்டீவர்டு குழுவினரும் (1964) இளநீர் உபயோகப்படுத்தி, காரட் வேரின் ஃப்ளோரயத்திலிருந்து சிறு செடிகள், வேர் போன்ற உறுப்புத் தோன்றலைப் பெற்றனர். இளநீர் தேவையில்லை என்பதைக்காட்டி, ஸ்டீவர்டு பெற்ற முடிவுகளையே காட்டோவும் டாகியூச்சியும் (1963), வெதெரெல்லும் ஹால்ப் பெரினும் (1963), ஹால்ப்பெரினும் வெதொராலும் (1964) பெற்றனர். ஹால்ப்பெரின் (1966) முடிவுப்படி, வேர்தோன்றலும் கருவொத்த அமைப்புத்தோன்றலும் நைட்ரஜனின் செறிவைப் பொறுத்தது. நீண்ட நாட்கள் வளர்ப்பிலுள்ள செல்கள் வேறுபாடடையுந்தன்மையை இழந்து விடுகின்றன என்ற (வாசில் குழுவினர், 1964) முடிவை ஸ்டாபா, லார்சென் மற்றும் புக்னெர் : Staba, Laursen and Buchner, 1965), ஹால்ப்பெரின் (1966), ஸ்டாபா (1969) ஆகியோரின் ஆராய்ச்சி ஆதரிக்கவில்லை.

6-3. தனி செல் வளர்ப்பு முறை

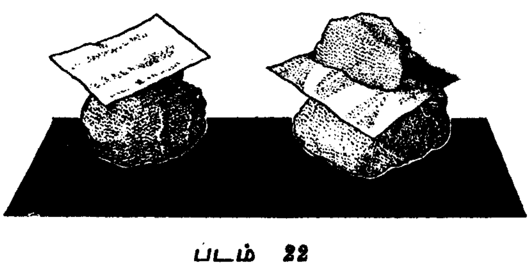
திசு வளர்ப்பிற்கு பயன்படுத்தும் தனி செல்களைப் பெறும் முறை பற்றி முன்னமேயே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. தனி செல்களை நீர்ம ஊடகத்திலும் திட ஊடகத்திலும் வளர்க்கலாம்.

இச் செல் பகுப்புகளின் வேகம், அதன் தனித்திருக்கும் (isolated), தொகுப்புக்களாக இருக்கும் (aggregate) தன்மைகளைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது. தனித்துள்ளவற்றின் வேகம் ஆரம்பத்தில் குறைவாகவேயுள்ளது. இதை ஈடுசெய்ய இரு முறைகளுள்ளன. வளர்ப்பின்கீழ் அதிகமான தனி செல்களை எடுத்துக் கொள்ளலாம். இதுவன்றி, பண்பட்ட (ஒருநிலைப்படுத்தப்பட்ட) ஊடகத்தை உபயோகித்தாலும் செல்கள் வேகமாக பகுப்படையும். செல்களில் பகுப்புத்தன்மை தோன்ற, வளர்வூக்கிப் பொருள்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நீர்வுகட்ட நிலையை உறுதியாக்க

வேண்டும். புதியதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட ஊடகம் இந்நிலையை அடைய சிறிது காலம் ஆகும். இந்தக் காலதாமதத்தினைத் தவிர்க்கவே பண்பட்ட ஊடகமோ அதிக செல்களோ உபயோகப்படுத்தப் படுகிறது. இத்தத்துவத்தை மனதிற்கொண்டு, பிரித்தெடுக்கப் பட்ட தனி செல்களை வளர்க்கப்படுகிற முறைகள் விளக்கப் படுகிறது.

மியூர், ஹில்டெபிராண்ட், ரிக்கர் (1954) கையாண்ட முறை

தளர் நிலையிலுள்ள திசுவிலிருந்தோ அல்லது தொங்குநிலையிலுள்ள திசுவிலிருந்தோ அல்லது தொங்கு நிலையிலுள்ள செல்களையோ 'நுண்மையாகக் கையாளுங் கருவிகள்' (micro manipulator) உதவிகொண்டு செல்களைப் பிரித்தெடுக்கலாம். இந்தத் தனி செல்களை வெவ்வேறு செறிவிலுள்ள அகார் கலந்த ஊடகத்தின் மீது வைத்ததில் அவை உயிருடனிருந்தனவே அன்றி, செல் பகுப்புகள் தோன்றவில்லை. கேலஸ் திசுக்கள் வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் ஒரு நீர்ம ஊடகத்தினின்றும் ஒரு துளியெடுத்து அதில் தனி செல்களை வளர்க்க முயற்சித்தபொழுதுங்கூட அவை உயிருடனிருந்தனவேயன்றி செல்கள் பகுப்படையவில்லை. எனவே, மியூர் குழுவினர் ஒரு புதிய முறையைக் கையாண்டனர். வளரும் கேலஸ் திசுவின்மீது ஒரு வடிதாளை வைத்து, அதன் மேற்பரப்பில் தனி செல்களை வளர்த்தனர். இதனால் ஒரு சில செல்கள் நன்கு வளர்ந்து பகுப்படைந்து கேலஸ் திசுவாக மாறியது (படம் 22).

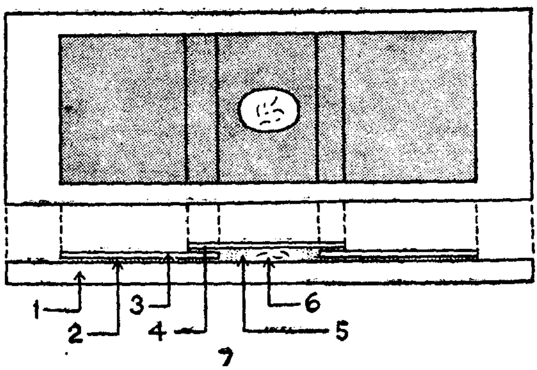


படம் 22
வடிதாளின்மீது தனிசெல் வளர்த்தல்

கீழேயுள்ள திசுவேதான் வடிதாள் மூலம் மேலே வளர்ந்துவிட்டதென இம்முறையைக் குறை கூறினர். இதனால் கீழே ஓர் இனத்தின் திசுவையும் வடிதாளின்மீது வேறின செல்களையும் வளர்த்தனர். இதன் மூலம், வடிதாளின்கீழ் எவ்வினத் திசு இருந்தாலும்—தனி செல் போன்றே, முற்றிலும் மாறுபட்ட தோற்றம், புற அமைப்பு, வளர்ச்சி விகிதம் கொண்ட—தனி செல்களை ஊட்டுவிக்கிறது. இதைத் தொடர்ந்து பலவகைப்பட்ட நுண்ணறைகள் (micro-chamber) தயார் செய்யப்பட்டன.

ஜோன்ஸ், ஹில்டெபிராண்ட், ரிக்கர், வு (1960) (Jones, Hildebrandt, Riker, Wu) தயாரித்த நுண்ணறை

கன்மெழுகு (paraffin) எண்ணெய்த் துளிகளை ஒரு கண்ணாடித் துண்டின் மத்திய பாகத்தை மட்டும் விலக்கி வைத்தல் வேண்டும். எண்ணெய் தவிர்க்கப்பட்ட மத்திய பாகத்தில் தனிசெல்கள் சில துளி ஊடகத்துடன் வைக்கப்பட வேண்டும். எண்ணெயின்மீது இரண்டு மூடுதட்டுகளையும் அதன்மீது மற்றொன்றுமாக (படம் 23)



படம் 23

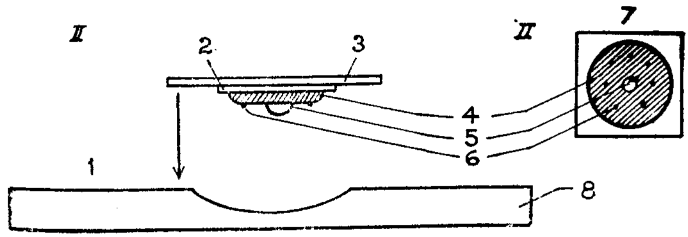
தனிசெல் வளர்ப்பிற்கான நுண்ணறை. (ஜோன்ஸ் குழுவினரின் அமைப்பு)
1. கண்ணாடித்தட்டு. 2, 5. எண்ணெய். 3, 4. மூடி கண்ணாடித் தட்டுக்கள். 4, 6. நீர்ம ஊடகத்தில் தனிசெல்கள்.

வைத்து ஊடகம் மூடப்படும். இம்முழு அமைப்பும் நோய் நுண்மை தீர்வாக்க நிலையில் அமைக்கப்பட்டு கண்ணாடி சிற்றகல்களால் மூடிவைக்கப்படும். இம்மாதிரியான நுண்ணிய அறைகளில் வைக்கப்பட்ட தனிசெல்களின் வளர்ச்சியை நுண்ணோக்கியினால் காணலாம். இங்கு செல்கள் ஒரே அடுக்கிலிருப்பதால் நன்கு வளர்கின்றன. மேலும் கன்மெழுகெண்ணெய் சுற்றிலுமிருப்பதால் காற்றோட்டம் நடைபெறுமல் நன்கு கிடைக்கிறது.

டோரியின் (Torrey) முறை

டோரி பயன்படுத்தியது மேக்ஸிமோவின் (Maximov) (படம் 24) இரு மூடி கண்ணாடித்தட்டு முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டதாகும். ஒரு பெரிய மூடி கண்ணாடித்தட்டின் அடியில் சிறியதொன்றை வாஸிலைன் (vaseline) கொண்டு ஒட்டவைக்கப்பட்டது. சிறிய மூடி கண்ணாடித் தட்டின்மீது ஒரு துளி திட ஊடகம் வைத்து அதன் மத்தியில், எந்த தனி செல்களை வளர்க்க வேண்டுமோ அதன் கேலஸ் திசு வைக்கப்பட்டது. ஊடகத்தின்

ஓரமாக தனி செல்கள் வைத்து வளர்க்கப்பட்டது. இந்த முழு அமைப்பையும் உட்குழிவான கண்ணாடி தட்டின்மீது படத்தில்

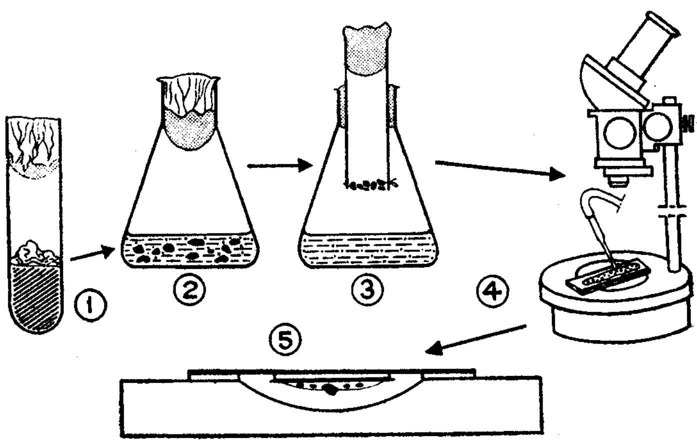


படம் 24

தனிசெல் வளர்ப்பிற்கான நுண்ணறை (மேக்ஸிமோவ் முறை)

1, 8. உட்குழிவான கண்ணாடித்தட்டு. 2, 3. முறையே சிறிய பெரிய மூடி கண்ணாடித்தட்டுகள். 4. அகார். 5. கேலஸ் 'நர்ஸ்' திசு. 6. வளர்க்கப்பட வேண்டிய தனி செல்கள். 7. 2 லிருந்து 6 வரையான அமைப்பின் மற்றொரு தோற்றம்.

(படம் 25) காட்டியுள்ளது போல அமைத்து நுண்ணோக்கியின் மூலம் காணலாம். இதனால் ஊடகமும் செல்களும் குழியினுள்



படம் 25

தனிசெல் பெறுதலும் நுண்ணோக்கியின் மூலம் ஆராய்தலும்.

1. ஊடகத்தின்மீது கேலஸ்திசு. 2. நீர்ம ஊடகத்தினுள் கேலஸ்திசு தனி செல்களாக பிரிதல் 3. வடிப்பான்மூலம் செல்களைப் பிரித்தல். 4. நுண்ணோக்கியின்மூலம் ஆராய்தல். 5. தனி செல்களை நுண்ணறையில் வைத்தல்.

பாதுகாப்பாக இருந்தன. இம்முறை முன்னையதை விடச் சிறந்ததல்ல.

ஸ்டீவர்டு (Steward) குழுவினரின் முறை (1958)

ஒரு குடுவையிலிருந்து வெளியே சிறிது நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் சிறிய குமிழ்களை கீழ்ப்பாகத்தில் (அடித்தளத்திலிருந்து சிறிது மேலாக) அமைக்கப்பட்ட அல்லது அவ்வாறுள்ள குடுவைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டன. ஒவ்வொரு சிறு குமிழிலும் 2 மி.கி. எடையுள்ள திசுக்களை திரவ ஊடகத்தில் வைக்கப்படும். இக் குடுவைகள் பொறுத்தப்பட்டுள்ள வளையத்தை ஒரு சிறு மோட்டாரின் உதவி கொண்டு (பிரிதோரிடத்திலும் குறிப்பிடப் பட்டுள்ளது) சுற்ற வைக்கப்படுகிறது. இம்முறையால் தனி செல் கள் வளர்ந்தபோதிலும் ஊடகத்தின் தன்மைபற்றியறியவோ, தனித்த செல்களின் வளர்ச்சியில் மற்ற செல்களின் பங்கென்ன என்றறிதலோ இயலாது.

பெர்க்மென் முறை (Bergmann)

எல்லா முறைகளிலும் இதுவே சிறந்ததெனக் கூறலாம். திசுக்களை, 250 மி.லி. அளவு குடுவையில் 100 மி.லி. ஊடகத்துடன் கலந்து கிடைமட்ட கலக்குங்கருவியில் நிமிடத்திற்கு 120 சுழற்சி யில் வைக்கிறார்கள். செல் தொங்குநிலை, செல் தொகுப்புக்களை வடிதாள் கொண்டு வடித்தால், கிட்டத்தட்ட 90 பங்கு தனி செல் களாகக் கிடைக்கின்றன. அவற்றை அகார் (0, 6%), இளநீர் (7%), 2, 4-D (0, 5 ppm) கொண்ட ஊடகத்துடன் கலந்து கண்ணறைச் சிற்றகழ்களில் ஊற்றி நன்கு மூடிவிடவேண்டும். இம்முறையால் குறைந்தது 20% செல்கள் வேகமாகப் பகுப் படைந்து வளர்கின்றன.

ஊடகத்தைப் பற்றிய ஓர் அம்சத்தினை மனதிற்கொள்ளல் வேண்டும். ஊடகத்துடன் இளநீர், யீஸ்ட், மால்ட் சாரங்கள் சேர்ப்பதால் திசுக்களின் வளர்சிதை மாற்றம் பற்றிச் சரிவர அறியமுடிவதில்லை. டோரியும் ரெய்னர்ட்டும் (1961) வைட் ஊடகத்துடன் வைட்டமின்கள், அமினோ அமிலங்கள், அடினைன் அல்லது ஹைபோ சேந்தின் 2, 4-D சேர்த்து தொங்குநிலை செல்களை வளர்த்து செயல் முறையில் நல்ல முன்னேற்றத்தைக் கண்டனர்.

இம்முறைகளால் வளர்க்கப்படும் தனிச்செல்களின் பகுப்பு முறை, ஊடகத்தின் தன்மை, அதன் கன பரிமாணம், காற் றோட்டம் இன்னொரன்ன அம்சங்களைப் பொறுத்துள்ளது. மேலும் எல்லா தொங்குநிலைகளும் ஒரே நடைமுறையைக்கடை பிடிப்ப தில்லை.

6-4. தனிப்பட்ட திசு வளர்ப்பு முறைகள்

ஏதாவதொரு செடியின் பாகத்திலிருந்து கேலஸ் திசுவைப் பெறுவது, அதில் ஊட்டச்சத்தின் பணி, வேறுபாடுகள் தோன்றுதல் போன்றவை விவரிக்கப் பயன்படுகின்றன. ஊடகத்தில் வளரும் செல்கள் அருகாமையிலுள்ள செல்களிலிருந்து சில வளர் சிதை மாற்றப் பொருள்களைப் பெறுகின்றனவென்பது நர்சு திசு வளர்ப்புமுறை போன்றவற்றிலிருந்து தெரிகிறது. குறைந்த எண்ணிக்கையுள்ள செல்கள் மிகவும் பரந்து கிடந்தால் குறைந்த வேகத்தில் பகுப்படைந்து செல் கூட்டமாக மாறுகின்றன. ஓரளவு நெருங்கியிருந்தால் நல்ல வாழுந்தன்மை (viability) உள்ளவையாக இருக்கின்றன. மிகவும் நெருங்கி வளர்ந்தாலும் வாழுந்தன்மை குறைந்து விடுகின்றன. இந்நிலையில், முற்றிலும் வெவ்வேறான கேலஸ் திசுக்களின் செல்களைக் கலந்தால் என்ன வாகுமென்பது எவருக்கும் தோன்றும் ஒரு கேள்வியேயாகும்.

காதெரெ (1959), பலவிதமான ஒட்டுத்திசு வளர்ப்பு முறையை விளக்கியுள்ளார். கேம்பியத் திசுக்களை ஒன்றோடொன்று சேர்க்கலாம். பாரன்கைமா திசுக்களை மற்றொன்றுடனோ அல்லது கேம்பியத்திசு மீதோ ஒட்டு செய்யப்படுகிறது. இம்மாதிரியான ஒட்டுத்திசு வளர்ப்பு தாவரவியலிற்குப் புதிதாகத் தெரிந்தாலும் விலங்கு நூலில் இது நீண்ட காலமாக கையாளப்பட்டு வருகிறது. சுண்டெலி, மனிதன் ஆகியவற்றின் இருமய ஃபைபிரோபிளாஸ்ட்களைக் (fibroblast) கலந்து ஒரு கலப்பின் செல்லை விலங்கு நூலில் பெற்றிருப்பதுபோல தாவர நூலில் ஒரு முடிவு இதுவரையில்லையென்றே கூறலாம். அராக்கிஸ் ஹைப்போஜியா (Arachis hypogea) ஆஸ்டைர் பாலஸா (Aster bilosa) ஆகிய இரண்டின் மீசோஃபில் செல்களையெடுத்து, கலந்து ஒன்றாக வளர்க்கப்பட்டது. ஆஸ்டர் செல்கள் தனிமையில் வளர்வதைவிட நன்கு வளர்ந்தன. மேலும் இவ்விரண்டின் செல்களும் ஒன்றிற்கொன்று அருகாமையில் வளர்ந்து, ஒரு பகுதி பச்சையும் வெண்மையுமாகவுள்ள கூட்டுக் குழுத்திசுவாகக் காணப்பட்டது. இவ்விருவகைச் செல்களும் ஒன்றோடொன்று இணைந்தவையாக இருக்கின்றன.

திசுக்களை ஒட்டுச் சேர்ப்பதுபோலவே உறுப்புக்களையும் திசுக்களின்மீது ஒட்டுச்செய்யலாம். திசுக்களையன்றி, தண்டு மொட்டு முதலியவற்றைப் பிரித்தெடுத்து கேலஸ் திசுவின் மீது வைத்து வளர்க்கின்றனர். இவ்வாறு வளர்ப்புச் செய்வதால் தோன்றும் வளர்சிதை மாற்றம், வேறுபாடுகள்—முக்கியமாக சாற்றுக்குழாய் தோன்றல்—பற்றி பின்னர் விவரிக்கப்படும்.

கேமஸ் (Camus 1943, 1949) இம்முறையைப் பின்பற்றி உள்ளமைப்பியல்பற்றி ஆராய்ந்ததும், வெட்மோர் (Wetmore, 1954), ரியர் (Rier, 1962) பெற்ற ஆராய்ச்சி முடிவுகள் பற்றியும் அங்கு விரிவாக ஆராயப்படும்.

6. 5. தனிச்செல்களின் தன்மையும் வளர்ச்சியும்

ஒற்றைமயபாலணு செல்கள் (haploid sex cells), சைகோட், ஸ்போர்களெல்லாம் தாவரங்களின் தனிச்செல்களே. ஆனால், அவை யாவும் ஒரே வகையில் இயங்குவதில்லை. ஏன் ஒற்றைமய பாலணு செல்கள் தொடர்ந்து வளர்வதில்லை? அதே சமயத்தில் இரட்டைமய சைகோட் வளர்ந்து ஒரு முழுத் தாவரத்தையே கொடுக்கிறது. அந்த செல்லில் ஏதோவொரு உள்ளார்ந்த ஆற்றல் (தன்னுள் அடங்கிய சக்தி) (Built-in capacity) உள்ளதோ என்று நமக்குத் தோன்றுகிறது. இந்த அடிப்படை ஆற்றல் மற்ற செல்களுக்கு இருப்பதாகவோ அல்லது செயற்கை முறையில் அளிப்பதாகவோ எடுத்துக் கொண்டால், அந்த செல்களும் முழுத் தாவரமாக வளருமா என்ற கேள்வி எழும். சைகோட்டிற்குள்ள வெளி, உள் சூழ்நிலைகளை தனியொரு செல்லிற்கு அளித்து வளர்த்தால் சைகோட் போலவே அச் செல்லும் இயங்கும் தன்மையதாகும் என்று ஹேபர்லாண்ட் (1908) கூறினார்.

சைகோட்டின் சூழ்நிலை என்ன? அதற்குக் கருப்பை நல்லதொரு சூழ்நிலையை அளிக்கிறது. வெப்பம், ஒளி முதலிய இயற்பியல் காரணிகள் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளன. தூய்மைக்கேடும் உண்டாகாமல் பாதுகாக்கப்படுகிறது. மேலும், ஊட்டச் சத்தையும், வளர்வதற்கும் முன்னேறுவதற்கும் தேவையான தூண்டுதலையும் கருப்பை அளிக்கிறது. நாமும், தனிச்செல்களை வளர்க்கும்பொழுது இச் சூழ்நிலையை அளித்தால், உயிர்மப் பெருக்க வளர்ச்சியோ, வேறுபடுத்தப்படாத பல செல்களாகவோ அல்லது புதிய செடிகளாகவோ அவை வளருமா என்று ஆராயப்படுகிறது. வேறுவிதமாகக் கூறின், தனிச்செல்களும் சைகோட்டைப் போலவே இயங்குமா என்பதேயாகும்.

சைகோட்டின் சம பகுப்பு முறைதான் (equational division) அதன் பண்புகளைக் காக்கிறதென்றால் எந்த முறையில் வேறுபாடைதலும் உறுப்புத்தோற்றமும் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன?

எனவே, என்னென்ன தகுதிகளைப் பெற்றால் தனி செல்கள் சைகோட் போல வளர்ந்து, முன்னேறி செடிகளாக வளர முடியுமென்று காண்பதற்கே தனிச்செல் வளர்ப்பு முயற்சி நடை-

பெறுகிறது. முதன் முதலில் இம்முயற்சியில் வெற்றியடைந்தது ஸ்டீவர்டின் குழுவினரே என்று கூறுவர்.

மேலும், இம்முறையில் செல் பெருக்கத்தின் விகிதத்தை அறியலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் எவ்வளவு செல்கள் தோன்றுகின்றனவென்று கணக்கிடலாம். எல்லா செல்களும் ஒரே குணம் உள்ளவையாதலால் அதன் வேதியல், இயற்பியல் காரணிகளை மாற்றி அச்செல்கள் எவ்வாறு இயங்குகின்றன என்று காணலாம். தனிச் செல் வளர்ப்பு செயலியலருக்கு மாத்திரமின்றி உயிர் வேதியலருக்கும் பயனுள்ளதாகும். புற அமைப்பியலருக்கும் பயனுள்ளதாக உள்ளது. ஏனெனில், புற அமைப்பியலர் ஆராயும் வடிவமும் அமைப்பு முறையும் செல்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தின் ஒழுங்குடன் பிணைந்துள்ளது. புற அமைப்புத் தோற்றத்தையும் அதன் இயல்புகளையும் தனிச்செல் வளர்ப்பில் அறிவதே சுலபமானதும் நல்ல முடிவுகளைக் கொடுக்கக்கூடியதும் ஆகும்.

அடுத்துத் தோன்றும் கேள்வி: விலங்கு செல்களுடன் தாவரச் செல்களை ஒப்பிடமுடியுமா? நுண்ம உயிரின முதல் மனிதன் வரை எல்லா உயிரிகளின் வளர்சிதை மாற்றமும், மூலக்கூறின் அடிப்படையும் பாரம்பரிய பண்புகள் மாற்றுமுறையும் ஒரே மாதிரியாக அமைந்துள்ளன. ஆயினும் அடிப்படை வேறுபாடுகளுள்ளன. பச்சையங் கொண்ட தாவரங்கள் தன்னுணவை தயாரித்துக் கொள்கின்றன. அவை அங்கக உலகில் வாழ்கின்றன. தனக்குத் தேவையான தண்ணீர், நைட்ரஜன், சல்பேட், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, பாஸ்ஃபேட் மற்றும் இதர கனிமங்களை வெளியுலகிலிருந்து பெறமுடியும். அதன் செல்களையோ, அங்கங்களையோ, செயற்கை ஊடகத்தில் திசு வளர்ப்புச் செய்வது சுலபம். ஆனால் பிராணிகளோ பர ஊட்டமுள்ளவை (hetrotrophic). இவை தனிப்பட்ட உள் சூழ்நிலையில் வாழ்கின்றன.

தாவர செல்களில் செல்லுலோஸ் இருப்பதாலும், அங்கங்கள் அவ்வளவு தூரம் தனித் தன்மையடையாதிருப்பதாலும் விலங்குகளினின்றும் வேறுபட்டு நிற்கின்றன. மேலும் தாவரங்களின் உறுப்புக்கள் முடிவின்றி தொடர்ந்து தோன்றிக் கொண்டே இருக்கும் சக்தி படைத்தன. ஆனால் பிராணிகளில் முதலிலேயே உறுப்புக்கள் தோன்றி விடுகின்றன.

விலங்கு செல்களிலும், மாறுபட்ட செல்களைக் கொண்ட தாவரங்களின் முன்னேற்றத்திலும் உறுப்புக்கள், திசுக்கள் ஆகியவற்றின் பங்கென்ன? தாவரத்திசுக்கள் விலங்குகளி லுள்ளதைப் போல அவ்வளவு தூரம் முன்னேறவில்லை. உதாரண

மாக, ஒரு தாவரத்தின் பாரன்கைமா திசுவை எடுத்துக் கொள்வோம். அது பல வேறு மாறுபாடுகளையுடையன. ஒரு தாவரத்தின் புறணியிலும் பித்திலும் இலையிலுமுள்ள பாரன்கைமாக்கிகளுக்கிடையே மாறுபாடுகளுள்ளன. சில, ஆந்தோசயனின் (anthocyanin) கொண்டவையாகவும் சில டிரூஸ்களுடன் (druse) பிரிதோரிடத்தில் கணிகங்களுடன், சிலவிடங்களில் சேமிப்புச் செல்களாகவும் உள்ளன. பாரன்கைமா செல்கள் மாறுபட்ட பணிகளுடன் வெவ்வேறு அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. ஆனால் இம்மாறுபாடுகளெல்லாம் விலங்குகளின் நரம்பு செல் அல்லது தசை நார் போன்றவாறு வேறுபாடுடையன அல்லவென்பது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். ஒரு செடியானது கட்டுறுதியான அமைப்பைப் பெற்றிருந்தபோதிலும் இந்த பேரன்கைமா செல்களின் அமைப்பு, அவையாற்றும் பணி, வளர்சிதை மாற்றம் ஆகியவற்றில் மாற்றமும் தனிப்பண்பு வளர்ச்சியும் அச்செல்களுள்ள இடத்தைப்பொறுத்தும் காலத்தைப் பொறுத்தும் மாறுகின்றன. பாரன்கைமா செல்கள் குறிப்பிட்ட பணிகளைச் செய்ய தனிப்பண்பு வளர்ச்சி பெற்றிருந்த போதிலும் அப்பணியினின்றும் மாறுத அளவுக்குத் தனிப்பண்பு வளர்ச்சி பெறவில்லை. ஆனல் விலங்குகளின் நரம்பு செல் வேறொருவித செல்லாக மாற இயலாது. தாவரத்தில் குறிப்பிட்ட பணிகளைச் செய்துவரும் திசுக்கள் அந்நிலையினின்றும் விலகி மீள்வாழ்வு (regeneration) தன்மையைப் பெறுகின்றன. இவ்வாறு புதுச்செடிகள் தோன்றுவதையே விதையிலாப்பெருக்கம் என்றழைக்கிறோம். இலை, வேர், கிழங்கு எதுவானலும் அதன் திசுக்கள் புது பிறப்பூட்டும் தன்மையன.

இந்த பாரன்கைமா செல்களனைத்தும் ஒரே மாதிரியான மரபியல் பண்பினைப் பெற்றவைதானே. ஆயினும் வெவ்வேறிடத்தில் வெவ்வேறு காலத்தில் வெவ்வேறு செயலாற்றுவதேன் என்ற நியாயமான வினா எழுகிறது. இந்த வேறுபாடுகளுக்கு அச்செல்களின் ‘உள்ளமைந்த தனிச்சிறப்பு’ (inherent feature) அல்லது வளர்சிதை மாற்றத்தின் நடைமுறை அல்லது அச்செல்கள் அமைந்துள்ள இடம் அல்லது வளர்முறை காரணமோவென்று அறியாது திகைப்பதற்கு, திசு வேறுபாடுகளின் பிரச்சினைகளும் புறவேறுபாடடையும் தன்மையும் சரிவரப் புரியாமலிருப்பதே காரணமாகும். அதன் சூழ்நிலையே காரணமெனவும் சுலபமாகக் கூறலாம். பாரம்பரிய குணதிசயங்களை ஒரே மாதிரியாக பெற்றிருந்த போதிலும் அவையுள்ள இடங்களின் கட்டுப்பாடே (local control) இவ்வித்தியாசங்களுக்குக் காரணமாகலாம். செல்கள், முன்னிருந்த அதனதன் இடத்தில் (in situ) ஆற்றும் பணிகளிலுள்ள செயலியல், உயிரி வேதியலின் மாறுபாடுகள்,

அவைகளின் மரபுவழி குணுதிசயங்களையும் அவையுள்ள இடத்தையும் பொறுத்துள்ளன.

தனிசெல்களை வளர்ச்சிக்கு எடுத்துக் கொள்ளுமுன்னரே இச்செல்கள் வளர்ந்து, முன்னேறி தனிப்பண்பு வளர்ச்சியைப் பெற்று பித் பாரன்கைமா, ஃப்ளோயம் பாரன்கைமா, கேம்பியம் என்று பலவகையாக மாறியுள்ளன. இவைகளைப் பிரித்தெடுத்து தனிசெல்களாக்கி வளர்த்தால் எவ்வாறு நடந்து கொள்கின்றன? வளர்ச்சியின் நிலைகளை மாற்றியமைத்தால் தனித்தன்மை பெற்ற செல்கள் வளர்ந்து அவற்றின் மாறுபாட்டை இழக்கின்றன. அவை தொடர்ந்து வளர்வதற்கான நிலைகளில் மாறுதல் ஏற்படுத்தினுல் மறுபடியும் வேறுபாடடைகின்றன.

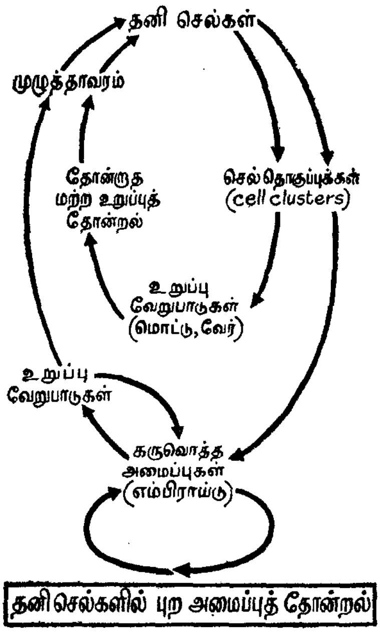
தனித்தன்மை பெற்ற ——> வேறுபாடி ——> திரும்பவும்
வேறுபாடடைந்த செல் <—— முத்தல் <—— வேறுபடாடைதல்

இச் செல்களைக் கொண்ட பாகங்களும் அவற்றின் வேதியல் முறைகளையும் அதிகமாகத் தனிப்பண்பு வளர்ச்சி பெருதிருந்தால் சுலபமாக வேறுபாடிழக்கும்.

ஒவ்வோர் உயிர்வாழ் செல்லும் முழுவளர் ஆற்றல் பெற்றவையென ஷ்லெய்டன் (Schleiden) ஷ்வான் (Schwann) காலத்திலிருந்து கூறப்பட்டு வருகிறது. தற்பொழுது காதெரெ, ஸ்டீவர்டு, வைட் போன்ருேரும் இதன் முக்கியத்துவத்தைப் பற்றி விளக்கமாகக் கூறியுள்ளனர். இந்த செல்கள் எந்த தாவரத்திலிருந்தும் எப்பாகத்திலிருந்தும் பெறலாம். ஒரு சதைப்பற்றுள்ள வேரிலிருந்தோ, கிழங்கிலிருந்தோ எடுக்கும் கேம்பியத்திசுவின் செல்கள் வளர்கின்றன. அத்துடன் சேர்ந்த சாற்றுக்குழாய் ஃப்ளோயம் பேரன்கைமா செல்களும் வளர்கின்றன. இதை ஸ்டீவர்டு குழுவினர் (1954, 55, 59, 61) கேரட்டிலும், காதெரெ (1959) கேரட்டும் மற்றும் சில தாவரங்களின் வேர்களிலும், லியோறெட் (Lioret, 1960) ஸ்கார்ஸொனெரா (scorzonera) வேர்களிலும், நிட்ச் (1956) ஜெருசலம் ஆர்ட்டிசோக் திசுவிலும் காட்டியுள்ளனர். ஃபாலுடி (Faludi 1957), லிங்கப்பா (Lingappa 1957), சேப்மன் (Chapman, 1955) உருளைக்கிழங்கிலும், நிட்ச் (1946), லெத்தம் (Letham, 1958) பழங்களின் திசுக்களிலும் காண்பித்துள்ளனர். வா ரியூ, ஸ்ட்ராஸ் முதலியோர் மக்காச் சோளத்தின் எண்டோஸ்பெர்ம் செல்களையெடுத்து வளர்த்தனர். லாம்ப்ட்டன் (1939) அசிமினு ட்ரைலோபாவின் (Asimina triloba) எண்டோஸ்பெர்மிலிருந்தும், பல தானியங்களின் எண்டோஸ்

பெர்மிலிருந்து நார்ஸ்டாக்கும் (1955, 1961) செல் வளர்ப்புச் செய்தனர். இந்த அட்டவணையை இன்னும் நீண்டதாகவும் செய்யலாம்.

தாவரத்தின் குறிப்பிட்ட ஒரு திசுவிலிருந்து கேலஸ் தோன்றலாம். அந்த ஊடகத்தில் தோன்றிய கேலஸ் பல வகைப்பட்ட தனிசெல்கள் கொண்டதாக இருக்கக்கூடும். இவையொத்த தனிசெல்கள், வேறொரு ஊடகத்தில், மற்றொரு திசுவிலிருந்து பெறப்பட்ட கேலஸிலும் இருக்க வாய்ப்புண்டு. திசு வளர்ப்பிலுள்ள தனிச் செல்களில்தான் எத்தனை விதஅமைப்பு (படம் 26) அளவுகள்! சிறிய சம விட்ட அளவுடனும், சில நீண்ட தொய் புழைகள் கொண்ட சுமாரான அளவுள்ள செல்களாகவும் மற்றும் சில பேருருவம் கொண்டவையாகவும் காணப்படுகின்றன. சிறிய செல்கள் அதிகமான மைட்டாடிக் பகுப்படைவனவாகவும், மத்திம அளவுள்ள செல்கள் ஓரளவு பகுப்படையுந் தன்மையனவாகவுள்ளன. ஆனால் பேருருவச்செல்கள் (giant cells) அகப்பகுப்படையு முறையைக் கையாளுகின்றன. இவ்வாறான தனிச் செல்கள் வேகமாக வளர்ந்து பல செல்கள் கொண்ட திசுவாக மாறுகிறது. இது பல மாதங்கள் வரை வாழும் தன்மையுடையது. இதன் வாழுந்தன்மை சைட்டோபிளாசத்தின் ஒழுங்கினையும் (flow) பொறுத்ததாகும்.



படம் 26
தனி செல்களின் அமைப்பு

இச் செல்கள் 7—10 நாட்களுக்குள் பகுப்படையத் தொடங்குகின்றன. பகுப்படைதலிலும் எத்தனை விதங்கள்! கேரட், டைக்கிரோஆ போன்ற தாவரங்களின் பேருருவச் செல்கள் பிளவு (segmentation) என்ற முறையில், முதலில் நியூகிளியஸ் பகுப்படைந்து அதைத் தொடர்ந்து சைட்டோபிளாசமும் பகுப்படைந்து சுவர்கள் தோன்றி பல சிறு செல்கள் ஏற்படுகின்றன. இன்னும் சில செல்களில், யீஸ்ட்டில் போன்று மொட்டுவிடல்

என்ற முறையில் புதிய செல்கள் தோன்ற வழிவகுக்கப்படுகின்றது. ஜெரானியத்தின் செல்களும் பலவகை உருவகத்தையும் அளவையும் கொண்டுள்ளன. பேருருவம் கொண்ட செல்களின் நியூக்ளியஸ்கள் பெரிதாகவும் மடல்களுள்ளனவாகவும் (folded) காணப்படுகின்றன. அவை பகுப்படையுந்தன்மையிழந்து விட்டிருக்கின்றன. (உமா காந்த்தும், ஹில்டெ பிராண்ட்டும், (Umakant and Hildebrandt 1969).

ஊடகத்திலுள்ள பகுப்படையுந்தன்மையுள்ள எல்லா செல்களும் ஒரே வேகத்துடன் பகுப்படைவதில்லே. ஊடகத்தின் மத்தியிலுள்ள செல்கள் பகுப்படையும் வேகத்தைவிட வெளிப்புறமாக, விளிம்பிலுள்ள செல்களில் அதிகமான பகுப்புகள் ஏற்படுகின்றன. மத்தியிலுள்ள செல்கள் ஒரு சில பகுப்புகள் அடைந்த நிலேயிலுள்ள பொழுது வெளிப்புறத்தில் 40-60 செல்கள் தோன்றக்கூடும். இது செல்பகுப்பின் வேகத்தைக் காட்டக்கூடிய விகிதாசாரமாகும். செல் பகுப்புகளின் வேகம், ஊடகத்தின் கலவையையும், அதிலிருக்கும் செல்லின் இடம் (வெளிப்புறம் அல்லது உள்ளடங்கியிருத்தல்) மட்டுமல்லாது அந்த தொங்குநிலே அமைப்பின் செறிவையும் பொறுத்துள்ளது (பிளேகெலெயும் ஸ்டீவர்டும், 1962).

எல்லாத் தாவரங்களிலிருந்தும் ஒரே அளவான தனிச்செல்களேப் பெறமுடிவதில்லே. கேரட், சில சிற்றினப் புகையிலே, வின்கா ரோஸியா போன்றவைகளிலிருந்து, சில சோதனேக் கூடங்களில், 95% வரை தனிச்செல்களே கேலஸ் திசுவிலிருந்து பெற்றிருக்கின்றனர். புகையிலேயின் ஒரு சிற்றினத்திலிருந்து தனிச் செல்களேப் பெற்ற (ஹாக்ஸியூஸும் லக்ஷ்மணனும்) அதன் மற்ருெரு சிற்றினத்தில் வெற்றி பெறமுடியவில்லே. இதே போன்ற சிரமத்தை மித்ராவும் அவரைச் சார்ந்தோரும் ஹேப்லோபேப்பஸ் கிரேசிலிஸ் (Haplopappus gracilis) என்ற தாவரத்தில் உணர்ந்தனர். கேலஸ் திசுவின் தோற்றமும் அது வளர்வதற்கான காரணப்பொருள்களும் தனிசெல்கள் தோன்றுவதை நிர்ணயிக்கின்றன (ரெய்னர்ட்டும் டோரியும், 1961). உதாரணமாக, ஊடகத்தில் 2, 4-D சேர்த்திருந்தாலும், வைடமின்கள் சேர்க்கப்பட்டு ஆஸ்கார்பிக் அமிலம் (ascorbic acid), கோலின் (choline) தவிர்க்கப்பட்டிருந்தாலும் அதிகமான தனிசெல்கள் தோன்றுவதற்கான சூழ்நிலே எனலாம்.

தனிசெல்களின் வளர்ச்சியில் செல் தொகுப்புகளும் திசுக்களும் என்ன பங்கு கொள்கின்றனவெனக் காண்போம்: பொதுவாக தொங்குநிலே அமைப்புகளில் அதிகமான செல்களிருப்பதால்

செல் தொகுப்புகளால் அவை எவ்வாறு பாதிக்கப்படுகின்றன வென்று பலராலும் ஆராயப்பட்டன. தனிசெல் பகுப்படைய மீயூரும் அவர் குழுவினரும் உபயோகப்படுத்திய 'நர்ஸ்' செல் முறைபற்றி முன்பே கண்டோம். தனிசெல்களில் ஒரு துளி யெடுத்து கேலஸ் திசுவுள்ள அதே ஊடகத்தின்மீது வைத்து ஆராய்ந்தனர். செல் தொகுப்புகளும் கேலஸ் திசுவும் தனி செல் வளர்ச்சி, பகுப்பு முதலியவற்றில் முக்கியப் பங்காற்றுகிற தெனக் கண்டதும் இவ்வுறவை அறிய மற்றொரு முறையிலும் ஆராய்ச்சி செய்யத் தொடங்கினர். மேலே குறிப்பிட்டபடி செல் தொகுப்போ, கேலஸ் திசுவோ உள்ள ஊடகத்தின்மீது தனி செல் களுடன் கூடிய ஊடகத்தின் ஒரு துளியை வைத்து ஆராய்வதற்குப் பதிலாக, கேலஸ் திசுவோ, செல் தொகுப்புகளோ 7-10 நாட்கள் வரை வளர்ந்த ஊடகத்தை மாத்திரமெடுத்து (அதிலுள்ள திசுவையும் சேர்த்தல்ல) அதில் தனிசெல்களை வளர்த்து அதன் எதிர்விளைவைக் கண்டனர். இதிலுள்ள தனிசெல்கள் நன்கு பகுப்படைந்தன. முன்னர் குறிப்பிட்டதுபோல இவ்வூடகம் ஒரு நிலைப்படுத்தப் பட்டிருப்பதே இந்த ஊக்கமான வளர்ச்சிக்குக் காரணமாகும். இவ்வாறுள்ள ஊடகத்தை உபயோகிக்காமல் புதியவொன்றை பயன்படுத்தினால், தனி செல்களின் வளர்ச்சி, முதலில் சில நாட்களுக்குக் குறைந்து காணப்படும்.

6-6. தனிச்செல்களில் புற அமைப்புத் தோன்றல் :

வளர்ச்சி, முன்னேற்றம், வேறுபாடடைதல் என்பவை உயிரியலின் எல்லா கிளைகளிலும் உள்ள பிரச்சினையாகும். இவை, பாரம்பரிய பண்புகளைப் பொறுத்ததெனக் கூறுவர். பாரம்பரிய குணங்கள் வளர்ச்சியின்பொழுது எப்படி வேலை செய்கிறதென்று கூறமுடியுமே தவிர, அவை தோற்றுவிக்கின்ற நிகழ்ச்சிகளை விவரிக்க இயலாது. வித்துத் தாவரங்களில், முன்னேற்றம் பற்றிய பிரச்சினை 'அது எப்படி பாரம்பரிய குணங்களால் நிர்ணயிக்கப் படுகின்றன?' என்பதல்ல. ஆனால், மரபியல் முழு வளர்ச்சி ஆற்றல் கொண்ட செல்களின் நடவடிக்கைகள், வளர்ச்சியின் பொழுது, எவ்வாறு வரையறுக்கப்படுகின்றன, கட்டுப்படுத்தப் படுகின்றன, கட்டாயப்படுத்தப்படுகின்றன என்பதேயாகும்.

தனிசெல்களை வளர்த்தபொழுது இவற்றின் வளர்ச்சிக்கும் தாவரத்தின் திசுவிலுள்ள அதே செல்களின் வளர்ச்சிக்குமுள்ள வித்தியாசங்கள் தெளிவாகத் தெரிந்தன. திசுக்களின் இடத் திலேயே உள்ள செல்களின் இயங்குமுறை வெளிக்காரணிகளால் (extrinsic factor) கட்டுப்படுத்தப்பட்டும் கட்டாயப்படுத்தப் பட்டுமுள்ளன. ஆனால், திசுவளர்ப்பிலுள்ள தனிசெல்கள்

இவ்விதமான கட்டுப்பாட்டினின்றும் விடுதலையடைந்து உள்ளியல்பான (intrinsic) காரணிகளின் விருப்பம் போல வளர்கின்றன. செல் தொகுப்புக்களை எடுத்துக்கொண்டாலும் புறக்காரணிகளின் கட்டுப்பாடு ஓரளவு இருந்தேதீரும். எனவேதான் செல் தொகுப்புகள் பெரும்பாலும் ஒரு கூட்டிணைப்பில்லாத உயிர்மப் பெருக்க (unorganized proliferation) வளர்ச்சியடைகின்றன. ஆனால் அதே ஊடகத்திலுள்ள தனிசெல்களில் வேறுபாடுகளையும் உருவகத் தோற்றத்தையும் காண்கின்றோம்.

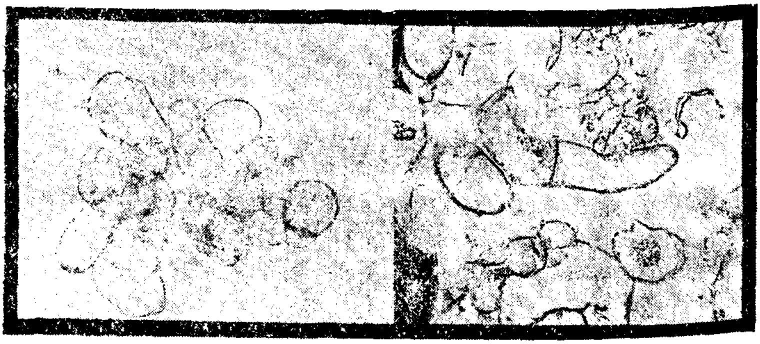
தனி செல்கள் எவ்வாறு திசுவளர்ப்பில் இயங்குகின்றன வென்று ஸ்டிவர்டும் (1970), செல்வளர்ப்பில் புற அமைப்புத் தோன்றலைப்பற்றி ஹால்ப்பெரினும் (1969) தெளிவாக விவரித்துக் கூறியுள்ளனர்.

தனிசெல்கள் வளர்ந்து, பகுப்படைந்து, செல் கொத்துக் களாகவும் (clump) மற்றும் குவியலாக செல்களைக்கொண்ட திசுக் களாகவும் மாறுகின்றன. சிலவற்றில் மெரிஸ்டம் தோன்றுகின்றது. இந்நிலையிலுள்ள திசுக்களைவிட திட ஊடகத்திற்கு மாற்றியபொழுது முளைப்பின் பயனாகத்தண்டு மொட்டுக்கள் தோன்றி முழுச்செடியையுமே அதனின்றும் தோற்றுவிக்க முடியும். அவை, இயற்கையில் வளரும் தாவரத்தைப் போலவே வளர்ந்து பூக்கின்றன.

இன்னும் சில தனிசெல்களில் கருபோன்ற உருவகங்கள் தோன்றின. சில உருண்டையாகவும், டார்பிடோ (torpedo), மற்றும் இருதயவடிவமான அதாவது இயற்கையில் காணப்படும் கருவைப்போன்ற, தோற்றங்களுடன் காட்சியளிக்கின்றன. இன்னும் முன்னேறி வித்திலை கொண்ட கருக்களாகவும் வளர்கின்றன. இவ்வாறு உருவகங்கள் தோன்றுமுன் முற்படு தேவையாகவுள்ளது, தனிசெல்கள் கேலஸ் போன்று, ஆனால் செல்கள் ஒன்றோடொன்று நெருக்கமாக இல்லாது தளர்த்தியான, செல் தொகுப்புகளாக மாறுவதாகும்.

எனவே தனிசெல்களில் புற அமைப்புத்தோன்ற, அச்செல்கள் ஒரு தொகுப்பு அல்லது கொத்தாக (clump) மாறவேண்டும். அதனின்றும் வேர், மொட்டுக்கள் தோன்றி, மற்றைய உறுப்புக் களும் தோன்றி பின்னர் முழுத்தாவரமாக மாறலாம். மாறாக, செல் தொகுப்பினின்றும் கருவொத்த அமைப்புகள் தோன்றக் கூடும். இவை தன்னைத்தானே பெருக்கிக்கொள்ளலாம். அதாவது இந்தக் கருவொத்த அமைப்புகள் மேலும் மேலும் கருவொத்த அமைப்புக்களைத் தோற்றுவிக்கலாம். இவ்வாறுன

எம்பிராய்டு (embryoid) வளர்ந்து உறுப்புக்களைத் தோற்றுவித்து முழுத்தாவரமாக வளரலாம் (படம் 27).



படம் 27

தனிசெல்களில் புற அமைப்புத்தோன்றல்.

இவை வளர சினர்ஜிஸ சக்தியும் தொடர்விளைவான பலனும் (sequential effect) முக்கியமானதாகும். கிட்டத்தட்ட 10 ஆண்டுகள் வளர்க்கப்பட்ட திசு அதன் வேறுபாடடையுந் தன்மையை இழந்ததுபோல் தோன்றினும் அதன் முழு வளர் ஆற்றலையும் காண்பிக்கும் சக்தியுள்ளது, ஸ்டீவர்டும் கேப்லினும் (1951), இளநீரையும், 2, 4-Dயையும் சேர்த்து சினர்ஜிஸ சக்தி யளித்து காரட் செல்களில் தோற்றுவித்த முழுவளர் ஆற்றலை, மோரலும் வெட்மோரும் (1951) ஒரு வித்திலைச் செடிகளில் காண்பித்துள்ளனர்.

இன்று நாமறிந்த ஊட்டச் சத்தளிக்குமுறையினால்-கால மறிந்து சீராக, சினர்ஜிஸம் கலப்பில் அளிக்கும் வளர்லூக்கிப் பொருள்கள் கொண்ட உணவால்-தனிசெல்கள், கரு இயற்கை யில் வளரும் முறையைப் பின்பற்றி, ஒழுங்கான முறையில், வளர் கின்றன. கருவொத்த வேறுபாடுகளும், சிறுவித்துக்களும் தோன்றுவது, திசுக்கள் எளிதில் மாறுகின்ற அமைப்புள்ளவை போலுள்ளதெனக் காட்டுகிறது. இதை நம் விருப்பப்படி, ஸ்டீவர்டு (1970) குறிப்பிட்டதுபோல, ஒழுங்கற்ற முறையில் உயிர்மப்பெருக்கம் செய்யவும், தண்டுகளின்றி வேர்கள் தோற்று விக்கவும், கருவொத்த உருவகங்கள் தோற்றுவிக்கவும், வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு அதிகமாக நீளச்செய்யவும், வித்திலையின்றி இலைகளைத் தோற்றுவிக்கவும், வளரும் கருவின் மீதே அதன் செல்களினின்றும் கரு போன்ற உருவகங்களைத் தோற்றுவிக்கவும் முடியும். இது

ஊடகத்தின் முழுச்செறிவு, கிடைக்கும் ஹைட்ரஜன் சத்து, ஒளியின் தன்மை, வளர்லூக்கிப் பொருள்களின் தன்மைகளைப் பொறுத்தன.

இவ்வாறு திசுக்களும் செல்களும் வேறுபாடு இழத்தலும், வேறுபாடடைதலும், மூலக்கூறு உயிரியலின் மொழிப்படி, ஒரு ஜீனைப் பல்வேறு சூழ்நிலைகளில் இயங்குவதால் ஏற்படுவதாகும். செல்லின் மரபியல் ஆற்றல், அதில் நடைபெறவேண்டிய புரத உருவாக்கத்தை வகுத்துக் கொடுக்கிறது. புரதத் தொகுப்பின் தனித்தன்மையும் புதிய என்ஸைமிக் மண்டலத்தோன்றலும் செல்களின் அமைப்பிலும் வேலைகளிலும் மாறுதல்களை உண்டு பண்ணுகின்றன. குறிப்பிட்ட புரதங்களின் உருவாக்கமானது, செயல் திறமுடைய m-RNA யாலும், செல் ஒழுங்கு நடைமுறையாலும் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. நடைமுறையிலுள்ள தூண்டுதலும், அடக்குமுறையும் (repression) செல்லின் முழுவளர் ஆற்றலுக்குக் காரணகர்த்தாக்களாகும். புரத இயல்பும், அந்த இயல்பில் ஏற்படுகின்ற மாறுதல்களும், அம்மாறுதல்களின் விகிதமும், நியூகிளிக் அமிலங்களின் வளர்சிதை மாற்றமும் செல் தோன்றலில் ஏற்படுகின்ற மாறுதல்களுடன் தொடர்பு (correlation) உடையன.

மேலே சுருக்கமாகக் கூறப்பட்ட உறுப்புத்தோன்றல், கருவொத்த அமைப்புத்தோன்றல் முதலிய புறஅமைப்புத் தோற்றம் பற்றி, பிறிதோரிடத்தில் விபரமாகக் காண்போம்.

தனி செல் வளர்ப்பில், செல்கள் புற அமைப்புத் தோன்றலில் முன்னேறி, முழுத்தாவரத்தையே தோற்றுவிக்க முடியுமெனத் தெளிவாகிறது. இவ்வெற்றி, நம்மை மேலும் ஒரு படி முன்னேறத் தூண்டுகிறது (பஜாஜ் Bajaj, 1970, 1971). இது, கதிர்வீச்சு உயிரியல் (Radiobiological) ஆய்வுகளின் மூலம் கண்டறிய விரும்புகின்ற விடைகளாகும்.

1. செல் வளர்ச்சி நடைபெறும் முறையும் வேறுபாடு தோன்றும் முறையும்.

2. சடுதி மாற்றத் தூண்டுதல் (Mutation induction) பற்றிய விபரங்கள்.

3. தனி செல்களின் கதிர் இயக்கநுகர் ஆற்றல் (radiosensitivity).

4. புற அமைப்புத் தோன்றலின் மூலம் செயலியல், உயிரி வேதியியல் மாறுதல்களைக் கண்டறிதல்.

5. செல் உள்ளுறுப்புகளின் (subcellular organelle) பங்கு காயப்படுத்துவதினால் எவ்வாறு மாறும் என்பதை ஆராய்தல்.

ஆராய்ச்சியின் ஒவ்வொரு வெற்றியும் மேலும் பல கேள்விகளுக்கு விடை தேட ஊக்குவிக்கிறது.

காம்மாக் கதிர்வீச்சினால் (gamma-irradiation) நாற்று, கேலஸ் திசு, பிரித்தெடுத்து வளர்ப்புச் செய்யும் வேர், சூல், கரு ஆகியவற்றின்மீது எவ்வாறு செயல்படுகின்றன என்பது பற்றி சில குறிப்புகள் கிடைத்துள்ளன :

கேலஸ் திசுக்கள் நாற்றுக்களைவிட அதிக தடுப்பாற்றல் உள்ளன.

RNA, கரையும் புரதம், கதிர்வீச்சின் ஆற்றல் ஆகியவைகளுக்கு ஏற்றவாறு வளர்ச்சி நடைபெறுகிறது.

கதிர்வீச்சுக்கு உட்பட்ட சர்க்கரைகள், கதிரியக்கச் சிதைவுகள் (Radiolysis) செய்யப்பட்ட பொருள்கள் ஆகியவை வளர்ச்சியைத் தடுக்கின்றன. மேலும், புற அமைப்புத் தோன்றலில் அவ்வமைப்பை மாற்ற முடியும்.

சில கதிர்யக்கச் சிதைவுப் பொருள்கள் நிலையற்றவையாகும்.

குறிப்புத் தேட்டம்

BAJAJ, Y. P. S., 1970. Growth Responses of Excised Embryos of some mistletos.

Z. Pflanzenphysiol. 63 : 408—415

BAJAJ, Y. P. S., 1971. Direct and indirect effects of ionizing irradiations on plant tissue cultures.

In: Morphogenesis in plant cell, tissue and organ cultures. Samposium, Univ. of Delhi. p. 39—40

BAJAJ, Y. P. S., 1971. Effects of Gamma-Irradiated Sugars on the Growth and Development of Plant Tissue Cultures.

Z. Pflanzenphysiol. 65 : 418—426

BLAKELY, L. M. & F. C. STEWARD, 1962. The Growth of Free Cells. I. The Formation of Colonies from Cells on Nutrient Agar.
Am. J. Bot. 49:

BLAKELY, L M. & F. C. STEWARD, 1962. The Growth of Free Cells. II. Observations on Individual Cells and Their Subsequent Patterns of Growth.
Am. J. Bot. 49: 653

CAMUS, G., 1943. Sur le greffage de bourgeons d'endive sur les fragments de tissus cultivés *in vitro*.
C. r. hebd. seanc. Acad. Sci., (Paris) 137: 184–185

CAMUS, G., 1949. Recherches sur le rôle des bourgeons dans les phenomènes de morphogénèse.
Rev. Cytol. Biol. Vég. 9: 1—198

CHAPMAN, H. W., 1955. Potato Tissue Cultures.
Amer. Potato J. 32: 207—210

FALUDI, B., 1957. Data on the Physiology of Growing Potato Tissue *in vitro*.
Ann. Univ. Sci. Budapest 1: 55—60

HALPERIN, W., 1966. Alternative morphogenetic events in cell suspensions.
Am. J. Bot. 54: 443–453

HALPERIN, W. & D. F. WETHERELL, 1964. Adventitive Embryos in Tissue Cultures of the Wild Carrot, *Daucus carota*.
Am. J. Bot 51: 274–283

JONES, L. E., A. S. HILDEBRANDT., A. J. RIKER & J. H. WU, 1960. Growth of Somatic Tobacco Cells in Microculture.
Am. J. Bot. 47: 468—475

KATO, H. & M. TAKEUCHI, 1963. Morphogenesis *in vitro* starting from single cells of carrot root.
Plant Cell Physiol. 4: 243–245

LAMPTON, R. K., 1952. Developmental and Experimental Morphology of the Ovule of *Asimina triloba*, Dunal.
Thesis, Univ. Michigan

LETHAM, D. S., 1958. Cultivation of Apple Fruit Tissue *in vitro*.
Nature **102**: 473—474

LINGAPPA, J., 1957. Tissue Cultures of *Solanum tuberosum* and *Ipomoea pandurata*.
Am. J. Bot. **44**: 419—423

LIORET, C., 1960. Recherches sur le métabolisme de deux tissus végétaux cultivés *in vitro*.
Thèse, Paris p. 128

MELCHERS, G. & L. BERGMANN, 1959. Untersuchungen an Kulturen von haploid Geweben von *Antirrhinum majus*.
Ber. dtsch. Bot. Ges. **71**: 459—473

MOREL, G. & R. H. WETMORE, 1951. Fern Callus Tissue Cultures.
Am. J. Bot. **39**: 141—143

MUIR, W. H., A. C. HILDEBRANDT & A. J. RIKER, 1954. Plant Tissue Cultures Produced from Single Isolated cells.
Science **119**: 877—878

NITSCH, J. P., 1949. Culture of Fruits *in vitro*.
Science **110**: 449

NITSCH, J. P., 1956. Methods for the Investigation of Natural Auxins and Growth Inhibitors.
In: Chem. and Mode of Action Plant Growth Substances.
Symp. London Butterw. Sci. Publ. 3—31

NORSTOG, J., 1955. The Culture of Excised Ovules, Endosperm and Embryos of Certain Grasses.
Thèse. Ann. Arbor. p. 168

NORSTOG, J., 1961. The Growth and Differentiation of Cultured Barley Embryos.
Am. J. Bot. 48 : 876—884

REINERT, J. & J. G. TORREY, 1961. Uber die Kultur von Geweben aus *Haplopappus gracilis*.
Naturwiss. 48 : 132—133

RIER, J. P., 1962, The Differentiation of Vascular Tissues in Callus of Angiosperms.
Am. J. Bot. 49 : 663

STABA, E. J., LAURSEN, P. & S. BUCGNER, 1965. Medicinal Plant Tissue Cultures Proc. Int. Confer. on Plant Tissue Culture.
Eds. R. H. White and A. R. Grove p. 191—210

STEWARD, F. C., 1970. From Cultured Cells to Whole Plants : the induction and Control of their growth and Morphogenesis.
Proc. Roy. Soc. 175 : 1—30

STEWARD, F. C., L. M. BLAKELY, A. E. KENT & M. O. MAPES, 1964. Growth and Organization in free cell cultures.
Brookhaven Symp. Biol., 16 : 73—86

STEWARD, F. C. & CAPLIN, 1951. A Tissue Culture from Potato Tuber the Synergistic Action of 2, 4-D and Coconut Milk.
Science 113 : 518—520

STEWARD, F. C. & CAPLIN, S. M., 1954. The Growth of Carrot Tissue Explants and Its Relation to the Growth Factors Present in Coconut Milk. I. The Development of the Quantitative Method and the Factors Affecting the Growth of Carrot Tissue Explants.
Année Biol. 30 : 385—394

STEWARD, F. C., M. O. MAPES & J. SMITH, 1958. Growth and Organised Development of Cultured Cells. I. Growth and Division of Freely Suspended Cells.
Am. J. Bot. 45 : 693—703

THOMAS, E. & H. E. STREET, 1970. Organogenesis in cell suspension cultures of *Atropa belladonna* L and *Atropa Belladonna* cultivar. *lutea* Döll.

Ann. Bot. 34: 657—669

TORREY, J. G. & J. REINERT, 1961. Suspension Cultures of Higher Plant Cells in Synthetic Media.

Pl. Physiol. 36: 483—491

TULECKE, W. & L. G. NICKELL, 1960. Methods, Problems and Results of Growing Plant Cells under Submerged Conditions.

Trans. N. Y. Acad. Sci. 22: 196—206

7. புற அமைப்புத் தோற்றம்

(Morphogenesis)

புற அமைப்புத் தோன்றல் அல்லது மார்ஃபோஜெனிஸிஸ் என்பது அமைப்பின் உற்பத்தியேயாகும். தத்துவஞானிகள், புலவர்கள், ஓவியர்கள் மற்றும் பலதுறையினரும் விஞ்ஞானிகளைப் போலவே உருவகத் தோற்றத்தையும் அதனுள் பொதிந்திருக்கும் தத்துவத்தையும் தங்கள் வர்ணக்கண்ணுடி மூலம் காண முயலு கின்றனர். விஞ்ஞானிகள், புற அமைப்பின் வழிமுறையை அதன் உள், வெளித்தோற்றங்களின் மூலமாகக் கண்டறிய விழை கின்றனர்.

திசு வளர்ப்பின் மூலம், எப்படி புற அமைப்புத் தோன்று கின்றன. அமைப்பும் அதன் பணியும் (form and function) என்று விளக்க ஆராய்ச்சிகள் நடந்து வருகின்றன. நியூக்ளியஸிலுள்ள DNA மூலக்கூறு வளர்ச்சி முறையைக் கட்டுப்பாடு செய்கிறதெனக் கூறுகிறோம். எவ்வாறு ஒரு தலைமுறையிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு வளர்வதற்கான குணங்களைத் தூண்டும் சக்தி மாற்றப்படுகின்றன என மரபுவழி பண்பியல் விளக்கிச் சொல்வதை அறிவோம். ஆனால் மரபு வழிவந்த செல்களின் முழுவளர் ஆற்றல் எவ்வாறு அச்செல்களின் நடவடிக்கையை வரையறுத்து, கட்டுப்படுத்தி, கட்டாயப்படுத்துகிறதென அறியா நிற்கிறோம். இம்மரபு வழி பண்பியலையும் கடந்து, மூலக்கூறு உயிரியலின்படி, ஜீன்கள் புற அமைப்பு ஏற்படுவதற்கான m-RNAக்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. இவை, நொதிப்பொருள்களையும், புரதங்களையும் வேண்டிய முறைப்படி உருவாக்கம் செய்து தருவதால் புற அமைப்பு தோன்று கிறது.

இவையெல்லாம் வெவ்வேறு வகையான ஊகமே தவிர, புறஅமைப்புத் தோன்றல் எப்படியேற்படுகிறதென இவை விவரிக்கவில்லை. எவ்வளவுதான் மூலக்கூறு உயிரியலின் அறிவு வளர்ந்தாலும் செல், திசு, உறுப்பு, தாவரம் என்ற ரீதியில் விளக்க

வேண்டுமானால் கருவியலர் (embryologist), புற அமைப்பியலர் களின் (Morphogenesist) திறமை இன்னும் நமக்குத் தேவையாக வேயுள்ளன.

எந்த ஓர் உயிரியும் சைகோட் என்ற இருமயச் செல்லிலிருந்து தோன்றுகிறது. இச்செல்லில் எதிர்காலத் தாவரத்தின் முழுச் சக்தியும் அடங்கியுள்ளது. எவ்வாறு இந்த செல் பெரிதாகி, வளர்ந்து, வேறுபாடடைந்து ஒரு தாவரமாக மாறுகிறது? சூலகத் தாவரத்தின் முட்டை கருவுற்றவுடன் அதன் பாரம்பரிய குணங்கள் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. அச் செல் பகுப்படைந்து பல செல் களானாலும் அதே ஜீனைடைப் கொண்டுள்ளன. அப்படி இருந்தும் அந்த செல்கள் பல்வேறு திசுக்களாகவும், பல்வேறு திசுக்கள் கொண்ட உறுப்புக்களாகவும் மாறி அவற்றின் செய்கடமைகள், வளர்சிதை மாற்றமுறைகள், அமைப்பு முதலியவற்றில் மாறு பட்டுக் காண்கின்றனவே. அது எவ்வாறு ஏற்படுகிறது? மேலும், அவ்வாறு மாறுதலடைந்த பின்னர், தனி அமைப்பில் தனித்தன்மை பெற்ற பின்னரும் சைகோட்டின் குணநிசயங்களை எவ்வளவு தூரம் பாதுகாக்கின்றன? சைகோட் தோன்றிய அதே நேரத்தில் ஊட்டத் திசுவும் ஏற்படுகிறது. இவ்விரண்டு செல்களும் பால் இனப் பெருக்கத்தின் முயற்சியே. ஒரே மாதிரியான ஆண் பாலணுக்கள் கருப்பையிலுள்ள இரண்டு நியூகிளியஸ்களுடன் கலந்தபோது, ஒன்று கருவாக வளர்கிறது. மற்றொன்று அக்கரு வளர்வதற்கு உணவளிக்கும் ஊட்டத் திசுவாக செயலாற்றுகிறது. ஒரே மெகாஸ் போரிலிருந்து தோன்றிய இரு நியூகிளியஸ்கள் ஒரே குண நிசயங்களைப் பெற்ற ஆண் பாலணுக்களுடன் கலந்தும் எவ்வாறு அவைகளின் புறஅமைப்பில் வேறுபாடு காணப்படுகின்றன என்ற கேள்வி எழுவது இயற்கையே. இந்த ஊட்டத்திசுவை அதன் பணியிலிருந்து விலக்கி திசு வளர்ப்பின் கீழ் கொண்டு வந்து, வேறுபாடிழக்கச் செய்தால் அவை தொடர்ந்து எவ்வாறு இயங்கும்? வேறுபாடிழந்த இச்செல்கள் கரு போலவே வளருமா என்ற ஆவலிற்கு "எண்டோஸ்பெர்மும் திசுவளர்ப்பும்" என்ற தலைப்பு, இன்றுள்ள ஆராய்ச்சியின் முடிவுகள் உதவி கொண்டு, தீர்வளிக்கும்.

சைகோட் எவ்வாறு வளர்ந்து பகுப்படைகிறதென்பது இன்னும் புரியாத நிலையிலேயே உள்ளது. இது வளர்வதற்கு தேவையான ஊட்டம், உப்பு, சர்க்கரை, வைட்டமின், தண்ணீர் மற்றும் முக்கிய அங்கக ஊட்டச்சத்துகள் அதன் தாய் திசுவி லிருந்து கிடைக்கின்றன. இவையெல்லாம் ஒருங்கிணைந்து ஊட்டமளித்து சைகோட் வளர்ந்து செல்களும் திசுக்களும் தோன்றுகின்றன. இது பற்றியும் நமக்கு போதிய விவரமில்லை.

சில பொருள்கள் தனித்த முறையிலோ, ஒன்றோடொன்று இணைந்து அதன் பயனாக வெளிப்படும் சினர்ஜிஸ்டிக் சக்தியாலோ, செல்பகுப்புக்களை ஊக்குவிக்கின்றன. கைனின், சைட்டோ கைனின், ஃபைட்டோ கைனின் எவையாயினும் தனித்து இயங்குவதில்லை. அவை அடினைன் கூட்டுப்பொருளின் மாற்றினால், IAA-வுடன் கூடி செயல்படுகிறது. இந்த "அடினைல் விளைவு" (adenyl effect) NAA-வுடனும் இயங்கும். இன்னும் சில பொருள்கள் ஹெக்சிடாலுடன் (hexitol), முக்கியமாக மியோ-இனோசிட்டாலுடன் இயங்கும். இதனால் ஏற்படும் பலன் அடினைனினால் மட்டும் உண்டானதல்ல. இளநீர் (இது ஹெக்சிடால் கொண்டது) NAA-வுடனோ, தனித்தோ, உயிர்மப்பெருக்க வளர்ச்சியையோ புறஅமைப்பு வேறுபாட்டையோ கொடுக்கவல்லது. இவ்வாறு, எல்லா இரசாயன முறைகளால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு, சீராக அமைக்கப்பட்ட சினர்ஜிஸ்டிக் வளர்ப்புமுறைத் தன்மைகள் செயல்முறைகள் பற்றிய நமது அறிவு இன்னும் ஆரம்ப நிலையிலேயேயுள்ளது. ஆயினும், கருவியலர் கூறுவது போல, சூல்பையானது கரு வளர்வதற்குத் தேவையான நல்லதொரு சூழ்நிலையையும், உணவு. செல்வளர்ச்சிகான தூண்டுதல் முதலியவற்றையும் அளிக்கின்றது. இதனின்றும் நமக்கு இரு பிரச்னைகள் தோன்றுகின்றன.

முதலாவதாக, இந்த காரணிகளை நமது சோதனைக்கூடங்களில் தோற்றுவித்து சைகோட்டை வளர்க்கமுடியுமா? அவ்வாறு வளர்த்தால், இயற்கை சூழலில் வளர்வது போலவே எல்லா குணங்களிலும் இருக்குமா? அக்காரணிகளை, நம் விருப்பம்போல மாற்றுவதால், ஊடகத்தில் கருவளரும்பொழுது தோன்றும் மாறுதல்களென்னவென்று 'கருவளப்பு' என்ற தலைப்பின்கீழ் பார்ப்போம்.

இரண்டாவது பிரச்னையே மிகமுக்கியமானது. தாவரத்தின் எல்லா செல்களிலும் சைகோட்டின் பாரம்பரிய குணங்களுள்ளன. பிரித்தெடுக்கப்பட்ட தனிசெல்லிற்கு, சைகோட்டிற்கு அளிப்பது போன்ற ஊட்டம், சூழ்நிலை, தனிப்பொருள்களின் இணைந்தியங்கும் தன்மை, சீராக ஒழுங்குபடுத்தியளிக்கும் தூண்டுதல் முதலியவற்றையளித்தால் சூலும், கருப்பையும் தேவையற்று செயற்கை கருவைப்போல இயங்குமா என்பதுதான் தலையாய பிரச்னையாகும். இது முடியுமென்பதுதானே அன்று ஹேபர்லாண்ட் கூறிய முன்னறிவிப்புரை? எவ்வாறு புறம்பேயுள்ள காரணிகளை ஓர் உயிர்வாழும் செல்லுக்கு அளிக்க முடியுமென்பது தேர்வாய்வுக் கருவியலரின் (Experimental Embryologist) பொறுப்பாகும்

இதில் எவ்வளவு தூரம் நாம் முன்னேறியுள்ளோம் என்பதை 'கருவொத்த வேறுபாடு தோன்றல்' (Embryoid differentiation in tissue culture) என்ற தலைப்பு விளக்கிக் கூறும்.

செல்களையும் திசுக்களையும் திசு வளர்ப்பின்கீழ் கொண்டு வந்தபொழுது தண்டுமொட்டுக்களோ, வேர்களோ அல்லது இரண்டுமே தோன்றி கண்ணுக்குத் தெளிவாகத் தெரியும் புறவேறுபாடுகளைத் தோற்றுவித்தன. இவை தோன்றுவதற்கான வேதியியல், இயற்பியல் காரணிகள் பற்றியும் அப்புற வேறுபாட்டின் தன்மைபற்றியும் 'உறுப்புத் தோன்றல்' (organogenesis) என்ற பகுதியில் பார்ப்போம்.

இதையொட்டிய மற்றொரு பிரச்னை, புற வேறுபாடுகள் தோன்றும்பொழுது அவற்றில் சாற்றுத்திசு மூலகங்கள் (vascular elements) தோன்றுவதெப்படி என்பதாகும். மேலும், சாற்றுத் திசு தோன்றலானது திசு புறவேறுபாடடையுமுன் அவசியமாக ஏற்படவேண்டிய ஒரு நிகழ்ச்சியா என்று இன்னும் அறுதியிட்டுக் கூறமுடியவில்லை. பொதுவாகக்கூறின், திசு வேறுபாடடையுமுன் இந்த மூலகங்கள் தோன்றுகின்றன. சுக்ரோஸ், ஆக்ஸின்கள் இந்த வேறுபாட்டில் பங்கு கொள்கின்றன. ஆயினும் இதுபற்றி முடிவாக எதுவும்கூற இயலாத நிலையில் இருக்கிறோம். பல சோதனைகளில் சாற்றுக்குழாய்கள், திசுவில் வேறுபாடு தோன்று முன் காணப்படுகின்றன. ஆனால், தண்டு ஒட்டுண்ணி (stem parasite) ஸ்குருல்லா பல்வெருலெண்ட்டாவின் ஊட்டத் திசுவி லிருந்து, புறவேறுபாடுகள் தோன்றுமுன் சாற்றுக்குழாய்கள் தோன்றுவதில்லை. இதுபற்றியும் சாற்றுத்திசு மூலகங்களின் உற்பத்தி பற்றியும் 'திசு வளர்ப்பும் சாற்றுத்திசு வேறுபாடடை தலும்' (tissue culture and vascular differentiation) என்ற பகுதி யில் சிறிது காண்போம்.

புற அமைப்புத் தோன்றல் பற்றிய ஆராய்ச்சியில் மற்றொரு முக்கிய பிரச்சினையுமுண்டு. சில திசுக்களை வளர்த்தால், குறிப்பாக வயதடைந்தவொன்றில், வேறுபாடுகள் தோன்றுவது துர்லபம். இதற்கு பலவிதமான கருத்து விளக்கங்கள் கொடுக்கப்படுகின்றன. வயதடைந்த திசு வளர்ப்பில் அச் செல்களின் குரோமோசோம்கள், எண்ணிக்கையில் அதிகரித்து, பலமயச்செல்களாக மாறிவிடுவது ஒரு காரணமாகக் கூறப்படுகிறது. ஆனால், இருமயச் செல்களில் வேறுபாடுகள் உண்டாகின்றன. வயதான கேலஸில் பலமயச் செல்கள் அதிகமிருப்பதாலும், அத்தகைய கேலஸில் வேறுபாடுகள் தோன்றுததாலும், பலமயத்தன்மையே வேறுபாடு தோன்று மைக்குக் காரணமென்பது ஒப்புக்கொள்ளக்கூடிய வாதமாகத்

தோன்றுகிறது. புகையிலையில், மகரந்தத்தூளிலிருந்து ஒருமயச் செடிகளும், இருமயத் திசுவிலிருந்து நான்மயச் செடிகளும் தோன்றுகின்றன. மேலும், ஊட்டத் திசுக்கள் இருமயத்திலிருந்து பலமயம் வரையுள்ளன. இத் திசுக்களிலிருந்து புறவேறுபாடுகள் தோன்றுவதாகச் செய்திகளுண்டு. இவ்வாறு மாறுபட்ட மயத் தன்மைகள் கொண்ட திசுக்களிலிருந்து புறவேறுபாடடைவது நடைபெறுவதால் மயச்செய்கை (ploidy) ஒரு காரணமாக இருக்காதெனக் கருத இடமுண்டு. இங்கு ஒரு நல்ல உதாரணத்தைக் குறிப்பிடலாம். நுட்ஸியா ஃப்ளோரி பண்டாவின் கருவின் கேலஸிலிருந்து வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. ஊடகத்துடன் IBA, கேசின் ஹைட்ரோலிசேட், கைனடின், தனியாகவோ அடினைனுடன் சேர்த்தோ, உபயோகப்படுத்துவது புறவேறுபாடுகள் தோன்றுவதற்குச் சிறந்ததெனக் குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்த ஊடகத்தில் வளர்த்த திசுவிலிருந்து கரு போன்ற வேறுபாடுகள், தண்டு, வேர்போன்ற உறுப்பு வேறுபாடுகளும் தோன்றின. தொடர்ந்து திசுவளர்ப்புச் செய்ததில் கருவொத்த வேறுபாடுகள் தவிர மற்றவைகள் தோன்ருமல் நின்றுவிட்டன. செல்கள் பல மயத்தன்மையடைந்துவிட்டனவோ என்ற ஐயப்பாட்டில் குரோமோசோம்களைக் கணக்கீடு செய்து பாரத்தில் அதன் இருமய எண்ணை 24 நிலையாக இருந்தது. இதிலிருந்து பலமயச் செய்கை வேறுபாடு ஏற்படாமைக்குக் காரணமல்ல என்று தெரிகிறது. ஒரு சிலரின் (கிளெமெண்ட்: Clement, 1964; பிட்டன்: Piton, 1969) ஆராய்ச்சிகள் இக்கருத்திற்கு ஆதரவு தந்து நிற்கின்றன. இதை மறைமுக வாதமெனக் கூறுவோருக்கு மற்ருேர் உதாரணத்தைச் சுட்டிக்காட்டலாம். குரேஸட்டன் பரன்பிளான்டியானம் என்ற தாவரத்தின் ஊட்டத்திசுவிலிருந்து பெற்ற கேலஸ், கருவொத்த, மற்றும் வேர், தண்டு போன்ற வேறுபாடுகளையும் தோற்றுவித்தன. பன்னிரண்டு மாதங்களாக கேலஸின் செல்லியலைச் சோதித்துப் பார்த்ததில் அவை மூன்று, ஆறு பலமயச் செல்களாக-பன்னிரண்டு மடங்குவரை-இருந்தன. ஆயினும் புறவேறுபாடுகள் தோன்றவே செய்தன. இவ்வாறு சாதக, பாதக வாதங்களிருப்பதால் இன்னும் சில தடயங்கள் கிடைக்கும்வரை எந்தமுடிவுக்கும் வராமல் நமது மனதைத் திறந்த நிலையில் வைத்திருத்தல் வேண்டும்.

7-1. எண்டோஸ்பெர்மும் திசு வளர்ப்பும்

மகரந்தக் குழாயினுள் உள்ள இரு ஆண்பாலணுக்களும் ஒரே மாதிரியான குணங்களைப் பெற்றுள்ள ஒருமய (haploid) செல்களாகும். இவற்றினுள், ஒன்று முட்டை நூக்ளியஸுடன் கலந்து சைகோட்டாக மாறுகிறது. மத்திய செல்லிலுள்ள நூக்ளிய

ஸுடன் மற்ருெரு ஆண்பாலணு கலப்பதால் எண்டோஸ்பெர்ம் தோன்றுகிறது. சைகோட்டும் (கருவும்) எண்டோஸ்பெர்மும் தனித்தனியான வழிகளில் வேறுபாடு (differentiation) அடைகின்றன. மேலும், அவற்றின் செயல்களும் மாறுபடுகின்றன. சைகோட் வளர்ந்து வேறுபாடடைந்த கருவாக மாறுகிறது. ஆனால் எண்டோஸ்பெர்ம் கரு வளர ஊட்டமளிக்கும் திசுவே தவிர இதில் கரு போன்ற வேறுபாடுகள் தோன்றுவதில்லை. இதற்கான விளக்கமில்லை. ஒரே மாதிரியான ஆண்பாலணுக்களால் தூண்டப்பட்டாலும், கரு இருமயத்தன்மையுடையது (diploid). ஆனல் எண்டோஸ்பெர்மும் மயத்தன்மை (triploid) யுடையதென்ற வாதத்தை ஏற்றுக்கொள்வதற்கில்லை. இருமய, பலமயத்தன்மை யுடைய எண்டோஸ்பெர்ம்களும் சிலவகை கருப்பைகளில் இயற்கையாகவுள்ளன. எனவே சைகோட், எண்டோஸ்பெர்ம் ஆகிய இரு அமைப்புகளையும் செயற்கை சூழலில் வளர்த்து ஒரே மாதிரியான வேறுபாடுகளைத் தோற்றுவிக்க முடியுமா என்று ஆய்தல் வேண்டும்.

கடந்த முப்பது ஆண்டுகளாக இதற்கான விடையைக் கண்டறிய லாம்ப்ட்டன் (Lampton), லா ரியூ, நார்ஸ்டாக், ஸ்ட்ரொஸ் போன்ருேர் முயற்சி எடுத்துக் கொண்டுள்ளனர். குறிப்பாகக் கடந்த பத்தாண்டுகளில் அடைந்துள்ள முன்னேற்றத்தைக் காண்போம்.

ஊடகத்தில் 2, 4-D இருந்தால் கருவளர்ச்சி தடைபடுகிறது. ஆனல் எண்டோஸ்பெர்ம் நன்ருக வளர்கிறது. எனினும் தொடர்ந்த கேலஸ் வளர்ச்சிக்கு அது பயன்படுவதில்லை. அது கைனடின் உதவியை நாடுகிறது. யீஸ்ட் சாறும்கூட இந்நிலைக்குகந்ததாகக் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. இதற்கான சான்று சாண்டாலம் ஆல்பம் (santalum album) என்ற ஒட்டுண்ணியில் காணலாம் (அரங்கசாமி, ராவ் ஆகியோர், 1963).

எண்டோஸ்பெர்மிலிருந்து கேலஸ் தோன்ற எடுத்துக்கொள்ளும் காலம் தாவரத்தைப் பொறுத்து மாறுபடுகின்றது. மூன்று அல்லது நான்கு நாட்களில் ரிசினஸ் கம்யூனிஸிலும் (Ricinus Communis), மூன்று வாரங்களில் சாண்டாலத்திலும், இரண்டு மாதங்களில் சியா மெய்ஸிலும் கேலஸ் தோன்றுகின்றன. இது போன்ற முயற்சிகளில் முதிர்ச்சியடைந்த எண்டோஸ்பெர்மையே பயன்படுத்தினர். ஆனல் சாண்டாலத்திலும், ரிசினஸிலும் முதிர்ச்சியடையாத திசுக்களையே உபயோகப்படுத்தினர். பின்னதில் கருவொத்த சில வேறுபாடுகள் தோன்றின (சட்சங்கியும் மோகன்ராமும்: Satsangi and Mohanram, 1965). ஆனல் அவை வளர்ந்து

உறுப்பு வேறுபாடுகளைத் தோற்றுவிக்கவில்லை. இம்முயற்சியிலீடு பட்ட ஸ்ரீவஸ்டவா, 1971-a) வளர்ச்சிக்குத் தேவையான ஊட்டச் சத்துக்களைப் பற்றியும் ஆராய்ந்தார்.

பலவித ஆக்ஸின்களைப் பயன்படுத்தி ஆராய்ந்ததில், கேலஸைத் தொடர்ந்து வளர்க்க முடிந்ததேயல்லாது உறுப்பு வேறுபாடுகளைத் தோற்றுவிக்க முடியவில்லை. மேலும் கார்பன் மூலத்தேவையே சுக்ரோஸ், குளுக்கோஸ், ஃப்ரக்டோஸ், மற்றும் மால்டோஸ் ஒரே மாதிரியாக அளிக்கும் சக்தியுடையனவென்று அறிந்தார். இதைத் தொடர்ந்து, ஜாட்ரோஃபா பாண்டுரேஃபோலியாவின் (Jatropha panduraefolia) எண்டோஸ்பெர்மைத் திசு வளர்ப்பு செய்ததில் தண்டு, வேர்கள் போன்ற உறுப்பு வேறுபாடுகள் தோன்றின. ஊடகத்துடன் கைனடினும் கேசின் ஹைட்ரோலிசேட்டும் சேர்த்தால் பசுமையான தண்டு மொட்டுகள் தோன்றின; ஆயினும் இலைகளைத் தோற்றுவிக்கவில்லை. NAA கொண்ட ஊடகத்தில் கேலஸை வளர்க்க அது பச்சையாக மாறியது. ஊடகத்துடன் கைனடின், கேசின் ஹைட்ரோலிசேட் மற்றும் IAA சேர்த்துப் பச்சை கேலஸை வளர்த்ததில் வேர்கள் தோன்றின. எனினும் உறுப்புக்கள் தோன்றுவதில் மிகச் சிரமமுள்ளது என்று எண்டோஸ்பெர்ம் வளர்ப்பு ஆய்வில் ஈடுபட்ட பலரின் அபிப் பிராயமாகும். இது குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையில் ஏற்படும் மாறுதலேயென ஸ்ரீவச்டவா (1971-b) கருதுகிறார்.

குரோட்டன் பான்ப்ளாண்டியானத்தில் (Croton bonplandianum) அதிகக் கொழுப்புப் பொருள்களும், தரசமும் கொண்ட எண்டோஸ்பெர்ம் உள்ளது. இதை வைட் ஊடகத்தில் 2, 4-D (2 ppm), கைனடின் (5 ppm), யீஸ்ட் சாறு (2,500 ppm) சேர்த்து வளர்த்ததில் நல்ல கேலஸ் தோன்றியது. இதை ஊடகங்களில் தொடர்ந்து மாற்று வளர்ச்சி செய்ததில் பலமயமாக மாறியது. பன்னிரண்டு மடங்கு அதிக குரோமோசோம்களைக் கொண்டவை களாகக்கூட இருந்தன. சாற்றுக்குழாய்கள் போன்ற அல்லது கருவொத்த வேறுபாடுகள் அதிகம் காணப்பட்டன. இந்த அளவு ஆக்ஸின், அல்லது கைனடின் ஊட்டமின்றி, வைட் ஊடகத்தில் கேஸின் ஹைட்ரோலிசேட் இருந்தோ (500 ppm) இல்லாமலோ வளர்த்தால் வேர்கள் தோன்றின. இத்துடன் IBA-ஐச் சேர்த்த பொழுது இன்னும் அதிகமான வேர்களாக மாறுபாடடைந்தன. மிகவும் குறைந்த செறிவுள்ள (0·1 அல்லது 0·2 ppm) பென்ஸி லாமைன் ப்யூரின் (benzylamine purine), மெத்திலாமைன் ப்யூரின் (methylamine purine) சேர்த்தால் வேர்களாக மாத்திரமின்றி தண்டுகளாகவும் வேறுபாடடைந்தன (போஜ்வானி 1966; ஜோஹ்ரியும் போஜ்வானியும்; 1968, 1970, 1971).

மேலே கூறிய அதே யூஃபர்பியேஸி குடும்பத்தைச் சேர்ந்த புட்ரன்ஜிவா ராக்ஸ்பர்க்கியின் (putranjiva roxburghi) (ஜோஹ்ரியும் ஸ்ரீவச்டாவும் 1968) விதைகளை வைட் ஊடகத்தில் கைனடின் சேர்த்துமுளைக்க வைத்து அதன்பின் எண்டோஸ்பெர்மைப் பிரித்தெடுத்தனர். அதை குரோட்டனைப் போலவே வளர்த்து ஒரு கட்டுக்கோப்பான கேலஸைத் தோன்ற வைத்தனர். புட்ரன்ஜீவா வில் பசுமையான சிறு முடிச்சுக்கள் தோன்றி, பின்னர் IAA (2 ppm), கைனடின் (5 ppm), கேஸின் ஹைட்ரோலிசேட் (1,000 ppm) சேர்ந்துள்ள ஊடகத்தில் தொடர்ந்து வளர்த்ததில், ஐந்து அல்லது ஆறு மாதங்களுக்குப்பின் தண்டு மொட்டுகளும் வேர்களும் தோன்றின. மொட்டுகள் விரிந்து ஐந்து, ஆறு ஜோடி இலைகள்கூட காணப்பட்டன.

யீஸ்ட்சாறு சேர்த்ததால் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை, அதன் நடப்பு முதலியவற்றில் மாறுதல் ஏற்படுகிறதென விக்ஸியா (vicia) திசுவளர்ப்பிலும் (வெங்கடேஸ்வரன் Venketeswaran, 1963) மைசத்தில் டோரியும் (Torry, 1959) காட்டியுள்ளனர். 1955ஆம் ஆண்டிலிருந்து தொடர்ந்து லோலியம் பெரென்னி (Lolium perenne) யில் கேலஸை வளர்த்து வருகின்றனர். அதன் செல்லியல், புற அமைப்பு, வளர்ச்சி முதலான தன்மைகளை ஆராய்ந்து பார்த்தனர் (நார்ஸ்டாக், வால் மற்றும் ஹொலண்டு, (Norstog, Well and Howland, 1969). அக்கேலஸ் மும்மயத் திசுவாக மாறி, தொடர்ந்து நிலைத்தது. ஆயினும் குரோமோஸோம்கள் புற அமைப்பில் மாறுபாடடைந்து காணப்பட்டன. அவை DNA திரட்சியில் மும்மயமாகவுள்ளதெனக் கூறலாம்.

சேஹ்கல் (1969) மக்காச்சோளத்தின் எண்டோஸ்பெர்மை திசு வளர்ப்பிற்கு கொண்டு வந்தார். அவைகளில் மூன்று சர்க்கரை கொண்டவைகளாகவும், மற்றவிருவகை, தரசமணிகள் கொண்டவையாகவுமிருந்தன. இருட்டிலேயே நன்கு வளர்ந்து கேலஸ் தோன்றியது. இங்கும் யீஸ்ட் சாற்றின் முக்கியத்துவம் குறிப்பிடப்படுகிறது. கேலஸின் மீது ஒரு வார காலத்தில் பல முடிச்சுகள் போன்ற உருவகங்கள் தோன்றிய போதிலும் வேர், தண்டு போன்ற எந்தவிதமான வேறுபாடுகளும் காணப்படவில்லை.

கேசின் ஹைட்ரோலிசேட் அல்லது அமினோ அமிலங்களின் கலவையை மக்காச்சோளத்தின் எண்டோஸ்பெர்ம் வளர்ச்சிக்கு அவ்வளவு அத்தியாவசியமானதல்ல. அதை ஏஸ்பராஜின் மாத்திரம் ஈடு செய்ய முடியும். (ஸ்ட்ரொஸ், 1960)

போஜ்வானி, ஜோஹ்ரியின் (1971) வெளியீட்டால் எண்டோஸ் திசு வளர்ப்புப்பற்றி அதிக விவரங்கள் கிடைத்துள்ளன. இவ்விரு வரும் 1965-ல் எக்ஸோகார்பஸ் குப்பிரெஸ்ஸிஃபார்மிஸ் (Exocarpus cuppressiformis) எண்டோஸ்பெர்மிலிருந்து உறுப்புகளைத் தோற்றுவித்த பின்னரே பலருக்கும் இவ்வழி ஆராய்ச்சியில் கவனம் சென்றது. பல ஒட்டுண்ணிகளின் எண்டோஸ்பெர்மை திசு வளர்ப்புச் செய்தனர். டென்டிராப்ஃதோயா ஃபால்கேட்டா (Johri and Nag ஜோஹ்ரி, நாக் ஆகியோர் 1968) ஸ்குருல்லா பல்வெருலென்ட்டா போஜ்வானி, 1969; போஜ்வானியும் ஜோஹ்ரியும், 1970), டேக்ஸில்லஸ் வெஸ்ட்டிடஸ் (Taxillus vestitus) (ஜோஹ்ரி, நாக் ஆகியோர், 1970) ஆகிய வெளியீடுகளைத் தொடர்ந்து வெளிவந்துள்ள முடிவுகளை நாக் (1971) அழகாகத் தொகுத்துள்ளார். பொதுவாக, ஒட்டுண்ணிகளின் எண்டோஸ் பெர்ம், IBA, கைனடின், கேசின் ஹைட்ரோலிசேட் கொண்ட ஊடகத்தில் நல்ல கேலஸைக் கொடுக்கிறது. நுட்சியா ஃப்ளோரி பண்டாவில் டிரேகிடு வேறுபாடுகள் மாத்திரம் தோன்றுகின்றன. டே வெஸ்ட்டிடஸ், டே. க்யூனியேட்டஸ் (T. Cuneatus) போன்ற வற்றிலும் (ஊடகம்+சைட்டோகைனின்) லெப்டோமீரியா அஸிடா (Leptomeria acida), டெண்ட்ரோஃப்தியா ஃபால்கேட்டா (Dendrophthoe falcata) (ஊடகம்+கைனடின்+IAA) விலும் தண்டு மொட்டுகள் வேறுபாடடைகின்றன. டே. க்யூனியேட்டஸ் (ஊடகம்+கைனடின்), டே. வெஸ்ட்டிடஸ், டெ. ஃபால்கேட்டா (ஊடகம்+கைனடின்+கேசின் ஹைட்ரோலிசேட்+IBA) ஆகிய வற்றில் உறிஞ்சி உறுப்புகள் வேறுபாடடைந்தன.

தண்டு மொட்டுகளின் தோற்றம், கீழ்க்கண்ட இருவகைகளில் நடைபெறுகின்றன.

(i) புறத்தோல் செல்கள் பகுப்படைந்து தண்டுமொட்டு களாக வேறுபாடடைகின்றன. இவ்வகையில் கேலஸ் தோன்று வதில்லை. (உ-ம்) டே. வெஸ்ட்டிடஸ்.

(ii) எண்டோஸ்பெர்மின் வெளிப்புற செல்கள் கேலஸைத் தோற்றுவிக்கின்றன. அதிலிருந்து தண்டு மொட்டுகள் வேறு பாடடைகின்றன. (உ-ம்) டே. க்யூனியேட்டஸ், லெ. அஸிடா.

டெ. ஃபால்கேட்டாவில் தண்டுமொட்டுக்கள் இவ் விருவகை யாகவும் தோன்றுகின்றன.

திசுவின் வயது ஏற்படும் காயங்கள், ஊடகத்தில் அமைவுநிலை பி. ஹெச் ஆகியவை உறுப்புத் தோன்றலில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன.

எண்டோஸ்பெர்மை திசுவளர்ப்பு செய்வதால், அவைகளும் கருவொத்த வேறுபாடுகளையும் வேர், தண்டு முதலிய வேறுபாடுகளையும் தோற்றுவிக்க முடியும். பயன்படுத்திய ஆக்ஸின்களில், IAA (2 ppm) வேறுபாடுண்டாக்குவதில் சாலச் சிறந்ததென்றும், 2, 4-D தண்டுகள் தோன்றக் குறைந்த அளவில் உதவுகிறதெனவும் தெரிகிறது.

நெருங்கிய உறவில்லாத பேரினங்களின் எண்டோஸ்பெர்ம்கள் கூட, திசு வளர்ப்பில், ஒரே மாதிரியான ஊட்டத்தை விரும்பி நிற்கிறது. எல்லாவற்றிற்கும் யீஸ்ட் சாறு அத்தியாவசியமானது. மேலும் ரிசினஸ், குகுமிஸ் (cucumis), சாண்டாலம் போன்றவைகளில் கைனடினும், 2, 4-Dம் கேலஸ் வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கின்றன.

பலமயத்தன்மை தோன்றிய பின்னரும் வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன.

யீஸ்ட் சாறு சேர்ப்பதால் குரோமோசோம்களின் நிர்ணயிக்கப்பட்ட எண்ணிக்கை, அதன் புற அமைப்பு, அதன் நடைமுறை ஆகியவற்றில் வேற்றுமைகள் தோன்றக்கூடும்.

சாண்டாலம் போன்ற வேர் ஒட்டுண்ணிகளின் புரதம் கொண்ட எண்டோஸ்பெர்ம், அவைகளின் புற அமைப்புத் தோன்றலைப்பற்றி அறிந்துகொள்வதற்கு உதவுகிறது. அன்றியும் புரத வளர்சிதை மாற்றத்தைப்பற்றியும் நாமறிய உதவுகிறது.

7-2. கரு வளர்ப்பு

இருபதாம் நூற்றுண்டின் ஆரம்பத்தில் ஹானிங் (Hanning, 1904) என்பவர், கருவை முதன் முறையாக ஊடகத்தில் வளர்த்தார். அதைத் தொடர்ந்து பலரும் இம்முறையைப் பின்பற்றினர். இன்று, மனித சமுதாயத்திற்குப் பெரும்பணி புரியும் ஓர் ஆராய்ச்சிப் பிரிவாக இது விளங்குகிறது.

கருவளர்ப்பின் அனுகூலங்கள்

செடியின் பல்வேறு பாகங்களை வளர்ப்புச் செய்வதை விட கருவை வளர்ப்பதில் பல அனுகூலங்களுள்ளன.

1. தாவரமானது தன்னுணவாக்கிற தன்மையது. அத்திசுக்களை வளர்ப்பதால் குரியான ஊடகமளிப்பது சிறிது கடினமானது. அதற்கு மாருக கருவானது. இளமையில், முழுமையாக எண்டோஸ்

பெர்ம் மற்றும் தாய்திசுவையே தன்னுடைய உணவிற்கு நம்பி யிருக்கும் பர ஊட்டமுள்ளது. எனவே, இத்தகைய தன்மையுள்ள கருவிற்கு உணவூட்டமளிப்பது சிறிது சுலபமானது.

2. வேறுபாடடையாத இளங்கருவிலிருந்து தாவரத்தின் இளங்கருவிலிருந்து தாவரத்துள் எல்லா உறுப்புகளும் தோன்று கின்றன. எனவே, தண்டு, வேர் என்று பல உறுப்புகளை பிரித் தெடுத்து ஆராய்வதற்குப் பதிலாக இவற்றையெல்லாம் தோற்று விக்கும் கருவின் நிலையிலிருந்தே ஆராய்ந்தால், உறுப்புகள் தோன்றுமுறை, அவை நிர்ணயிக்கப்படும் முறை, அவற்றின் வளர்ச்சி, உறுப்புகளுக்கிடையேயுள்ள தொடர்பு முதலியன வற்றை நன்கு அறியலாம்.

3. உறுப்புகளைப் பிரித்தெடுக்கும் பொழுது அவற்றின் செல்களில் ஏற்படுகின்ற காயங்கள் கூட ஆராய்ச்சியின் முடிவுகளை ஆரம்பநிலையிலாவது, சிறிது மாற்றிக் காண்பிக்கலாம். ஆனால் கருக்களை காயமின்றி சுலபமாக முழுமையாகப் பிரித்தெடுத்து ஊடகத்திற்கு மாற்றலாம்.

இவ்வாறு பல அனுகூலங்களுடன் கூடிய கருவை திசு வளர்ப்பின் கீழ்க் கொண்டு வருவதின் நோக்கமென்ன என்பது பற்றி தெளிவாக எடுத்துக் காட்டப்பட்டுள்ளது. (லக்ஷ்மணன் 1972). இளங்கருவை, முடிந்தால் சைகோட்டிலிருந்தே, திசு வளர்ப்புச் செய்தால், இயற்கையில் வளரும் கருவிற்கும் செயற்கை சூழலில் வளர்வதற்கும் ஏதேனும் வித்தியாசங் களுள்ளனவா அல்லது ஒரே வழிமுறையைக் கடைப் பிடிக்கின்றனவா எனக் காணலாம். ஒரே முறையைக் கையாண் டால், எண்டோஸ்பெர்மும் மற்றைய திசுக்களும் கருவிற்கு அளிக்கும் உணவென்ன என்று அறியலாம். மேலும், கருவளர ஊட்டச் சத்தின் தன்மை எவ்விதமிருக்க வேண்டும், வளர்வூக்கிப் பொருள்களின் பங்கு என்னவெனக் கண்டறியலாம். செல்வியலும் புறஅமைப்புத் தோன்றலும் பற்றி அறிய கரு நல்லதொரு சாதனமாகும். மேலும், விதை முளைத்தலும், விதையின் உறங்கு நிலையை எப்படித் தவிர்ப்பது என்பதை எல்லாம் அறியப் பயன் படுகிறது. விதைகளின் வாழும் தன்மையை அறியவும் இக் கருவை பயன்படுத்துகின்றனர்.

கரு வளர்ப்புச் செய்முறை

இது வரை சைகோட்டையோ 2-4 செல்கள் கொண்ட முன் கருவையோ (proembryo) தனியாகப் பிரித்தெடுத்து கருவை வளர்த்ததாக நமக்குக் குறிப்புக்களில்லையென்றே கூறலாம். கரு

வளர்ப்புச் செய்வதற்காக செடிகளைத் தேர்ந்தெடுக்கும்பொழுது, ஒரே மாதிரியான வளர்நிலையிலுள்ள பல கருக்கள் கொண்டவையாக இருத்தல் நல்லது. ஆனால், குறிப்பிட்ட செடியின் கருவை வளர்ப்புச் செய்ய வேண்டுமாயின் தேர்ந்தெடுக்கும் முறைக்கு இடமில்லை. முன் கருக்களை, தொங்கு-சொட்டு-வளர்ப்பு (Hanging -drop-culture) முறையிலோ அல்லது ஊடகத்தில் குடுவை அல்லது சோதனைக்குழாயிலோ வளர்ப்புச் செய்யலாம். கரு வளர்ந்து முதிர்ந்தபின் மண்ணிற்கு மாற்றும் பொழுது ஜாக்கிரதையாக இருக்க வேண்டும். முதலில் நோய்நுண்மை தீர்வாக்கம் செய்த மண்ணிற்கு மாற்றி, இயற்பியல் காரணிகளை சிறிது கட்டுப்பாட்டிற்குள் வைத்திருந்து பின்னர் பூமிக்கு மாற்றுதல் அவசியம்.

விதையினுள் வளரும் முன் கருவிற்கு எண்டோஸ்பெர்ம் ஊட்டச் சத்தளிக்கிறதெனக் கூறுகிறோம். விதை மூடாத்தாவரங்களில், பெண் கேமெட்டோஃபைட்டே இப்பணியைச் செய்கிறது. எண்டோஸ்பெர்ம் என்பது, கருவுறுதலுக்குப்பின் ஆண் பாலணும் பெண் கேமெட்டோஃபைட்டின் நடுச் செல்விலுள்ள நியூகிளியஸ்களும் ஒன்றிணைவதால் ஆண் இன நியூகிளியஸுடன் சேர்வதால் ஏற்படுகின்ற திசுவென விளக்கம் கூறப்படுகிறது. விதை மூடாத தாவரங்களில் பெண் கேமெட்டோஃபைட்டையே எண்டோஸ்பெர்ம் என்றழைப்பது காரணத்திற்கொவ்வாததாகும். இச் சொற்பொருள் விளக்கமானது, அத்திசுவின் பணியை அல்லது தோன்றுமுறை, இடம், காலம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்ததா என்பது ஐயமற விளக்கப்பட வேண்டும். மேலும், எண்டோஸ்பெர்ம் என்பது மும்மயத் தன்மையினின்றும் மாறுபடாத திசு என்று வலியுறுத்திக் கூறுவதைத் தவிர்க்கவேண்டும். 2-8 மயத் திசுக்களை இயல்பாகக் காணலாம். இத்திசு, போடஸ்டெமேசே, டிராப்பேசே, ஆர்கிடேசே போன்ற குடும்பங்களில் இல்லாமலோ அல்லது மிகவும் குறைந்தோ உள்ளது, இதை ஈடு செய்ய போலி கருப்பை (pseudo-embryo sac) போடெஸ்டெமேசெயிலும், வெவ்வேறுவிதமான நன்கு வளர்ந்த உறிஞ்சு உறுப்பு அல்லது சஸ்பென்ஸார் மூன்று குடும்பங்களிலுமுள்ளன.

ஊட்டச்சத்தும் ஊடகமும்

ஊடகம் பற்றி, மிகவும் விவரமாக, பிரிதோர் அத்தியாயத்தில் கூறப்பட்டது.

விதையைத் தண்ணீரில் நனைத்து ஈரமாக வைத்திருந்தால் முளைத்துவிடுகிறதெனத் தெரியும். எனவே, தண்ணீரின் முக்கியத்துவம் தெரிகிறது. நீர்ம நிலையிலுள்ள ஊடகம் முன்கருவிற்குச்

சாதகமானதென்பது பொருத்தமானதே. குறிப்பாக இயற்கையிலும் நீர்ம நிலையிலுள்ள எண்டோஸ்பெர்மால் சூழப்பட்ட கருக்களை நீர்ம ஊடகத்தில் வளர்ப்பதே சாலச்சிறந்தது. இம்முறையால் காற்றேட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தலாம். வேண்டிய ஊட்டச்சத்தை அவ்வப்பொழுது புதிதாகச் சேர்க்க சௌகர்யமாக இருக்கும். கரு வளர்ந்து, ஒரு நிலையையடைந்தவுடன், திட ஊடகத்திற்கு மாற்றலாம். திட ஊடகத்தை உபயோகிக்கும் பொழுது அதன்மீது கரு அமர்வு நிலையைப் பொறுத்து வளர்ச்சி மாறுபடுகிறது. ஜிங்கோ, பைனஸ் ஆகிய விதை மூடாத்தாவரங்களின் கருக்களை வளர்க்கும்பொழுது வித்திலைகள் ஊடகத்தை தொடும்படியாக இருந்தால்தான் நல்ல வளர்ச்சியிருக்கிறது. உன்மத்தம், சிக்லாமென், ஆகியவற்றின் கருக்கள் முழுமையாக ஊடகத்தினுள் அமிழ்ந்திருக்க வேண்டும்.

சுக்ரோஸையே பெரும்பாலும் கார்போஹைட்ரேட்டிற்காக உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. ஃபாசெலியா டானசெடிஃபோலியாவின் கருவளர்ப்பில் வெளி சர்க்கரையே தேவையில்லையென அறியப்பட்டது. எண்டோஸ்பெர்ம் இல்லாமலேயே இருட்டில் வளரும். போட்டோ ரிசெப்டார் (photoreceptor), கருவில், அதுவும் வேர் பகுதியில், உள்ளது. சர்க்கரை இருந்தால், வெளிச்சத்தில் கருவளர்ச்சி தடைபடுகிறது. எனவே, கிப்பெரிலிக் அமிலம் சேர்த்து வெளிச்சத்தின் தடுத்துப்பாதிப்பதை விலக்கி கருவளர்ச்சி தொடர்ந்து வரச் செய்யலாம் (சென்: Chen 1970). ஃப்ரக்டோஸ், மால்டோஸ், காலெக்டோஸ், ரேஃப்பினோஸ், மேனோஸ் முதலியவையும் உபயோகித்ததற்குக் குறிப்புகளுள்ளன. ஹைட்ரேட்டே வளரும் கருவிற்குத் தேவையான ஹைட்ரஜனை அளிக்கக் கூடியதென கருத்து நிலவினும், அம்மோனியமும் அதற்கு நிகராகச் சிறந்ததெனக் கூறுவோரும், ஹைட்ரைட் நல்ல பலனளிக்கிறதெனக் கண்டோருமுண்டு. கருவின் வளர்ச்சியை அதிகரிக்க கேசின் ஹைட்ரோலிசேட், குளுடாமைன் போன்ற அமினோ அமிலங்களிலொன்றை ஊடகத்துடன் சேர்க்கலாம். கூட்டிணைந்த அமினோ அமிலங்களும் நல்ல பலனையளிக்கின்றன. இனோசிட்டாலும் (inositol), சார்பிட்டாலும் (sorbitol) சேர்ந்த ஊடகத்தில், டேடியா பார்பராவின் முன்கருக்களை வளர்த்து உறுப்பு வேறுபாடு தோன்ற வைத்தனர் (டி. மேகியோவும் வெட்மோரும் 1961). பல வைடமின்களும் கரு வளர்ப்பில் உபயோகப் படுத்தப்பட்டன. ஹார்டியம், லைக்கோபெர்சிகம், நிகோடியானா, சிக்லாமென் போன்ற பலவற்றின் கரு வளர்ப்பில் வைடமின்கள் எந்த பலனையுமளிக்கவில்லையென குறிப்புகள் உள்ளன. ஆயினும், பையாடின் தயாமின், பேண்டோதெனிக் அமிலம், நிகோடினிக்

அமிலம், ஆஸ்கார்அமிலம், மிசோ-இனோசிட்டீல் முதலியன நல்ல பலனையளித்துளள்தாக ஆதாரங்களுள்ளன. பயோடினும் பேண்டோதெனிக் அமிலமும் தண்டுபாகத்தை வளர்க்கத் தூண்டுவதாகவும், தயாமின் வேரை வளரத் தூண்டுவதாகவும் சுருங்கக் கூறலாம்.

கருப்பையினிலுள்ள கரு வளர்வதற்குத் தேவையான உணவை எண்டோஸ்பெர்ம் அளிக்கிறது. எனவே, அதையே ஊடகத்தில் பயன்படுத்தினுலென்ன என்ற எண்ணத்தால் தூண்டப்பட்ட பலரும் இளநீரைப் பயன்படுத்தி நல்லவெற்றியும் கண்டனர். இன்று, எண்டோஸ்பெர்ம், சூல், பழங்கள் முதலியவற்றின் சாறும் தேங்காயின் திரவ எண்டோஸ்பெர்மும் சிறந்த முறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரே தாவரத்தின் சாற்றைத்தான் கரு வளர்ப்பிற்கு உபயோகப்படுத்த வேண்டுமென்பதில்லை. உதாரணமாக, ஹார்டியம் எண்டோஸ்பெர்ம் கேப்ஸெல்லாவின் கருவையும், தக்காளிச்சாறு ஹார்டியம், ஸியா போன்றவற்றின் கருவையும் இளநீர் அநேகமாக எல்லாவற்றின் கருக்களையும் வளர்க்க பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பச்சை நிறத்திலுள்ள இளநீர் சிறந்ததாகும். இளநீரின் பலனையே மால்ட் சாறு அளிப்பதாகக் கூறப்படுகிறது. வேர் வளர்ப்பில் உற்சாகமாக உபயோகப்படுத்தப்படும் யீஸ்ட் சாறு, ஒரு சில கரு வளர்ப்பில் சிறிது பலனையளித்துள்ளது. வளர்லூக்கிப் பொருள்களை உபயோகிக்க சில முயற்சிகள் நடந்துள்ளன. கேலஸ் தோன்றுவதற்கு IAA உதவுகிறதே ஒழிய கரு வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்கவில்லை. கிப்பெரிலின் உபயோகித்ததில் அது வேரின் வளர்ச்சியை ஊக்குவிட்பது தெரிந்தது,

கரு வளர்வதற்கான ஊட்டச்சத்து பற்றி கீழ்க்கண்டவாறு சுருங்கக் கூறலாம்; வளரும் ஒவ்வொரு கருவிற்கும் வேறுபட்ட அளவு ஊட்டச்சத்து தேவையாக உள்ளது. வளர்ச்சியை ஊக்குவிக்க வளர்லூக்கிப் பொருள்கள், தாவரச்சாறுகள் முதலியன வெவ்வேறு பலனை அளிக்கின்றன. அவை, வளர்லூக்கிப் பொருள்களின் மொத்தச் செறிவின் வித்தியாசங்களையும், வளர்ச்சியைத் தடுத்து வளர்த்து பவனவற்றின் வித்தியாசங்களையும், வளர்லூக்கிப் பொருள்கள் ஒன்றோடொன்றிணைந்த சினாஜிஸத் தன்மைகளையும், ஒவ்வொரு கருவும் இப்பொருள்களுடன் எதிர் செயலாற்றுகின்ற தன்மைகளையும் பொறுத்துள்ளன.

கரு வளர்ப்பின் பயன்கள்

இயற்கையில் வளரும் கருவை, சில வேதியியற் பொருள் கொண்டு, பாதிக்கும்படி செய்யலாம். இதனுல், ஒரே கருவிலிருந்து பல கருக்களை, விதை மூடாத்தாவரங்களில் அடிக்கடி காண்பது

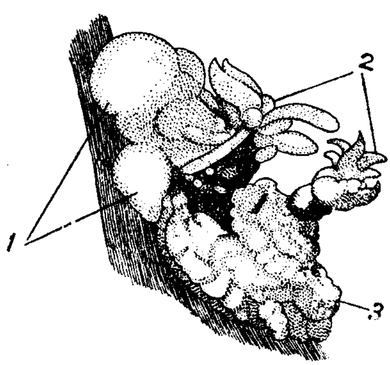
போல, தோற்றுவிக்கலாம். ஹாக்ஸியூஸ் குழுவினர் (1955-1971) காண்பித்துள்ளது போல, கருவின் சில செல்களைக்கொன்று, உயிர் வாழும் செல்களிலிருந்து பல கருக்கள் தோன்றச் செய்யலாம். மேலும், சஸ்பென்ஸார் செல்களிலிருந்தும், இதே முறையைப் பின் பற்றி, பல கருக்கள் வளரச்செய்யலாம். கரு வளர்ப்பு என்ற கண்ணோட்டத்துடன் நோக்கின், செயற்கை முறையில் பலவித மான தோற்றங்களைக் கொண்ட கருக்களைத் தூண்டுவிக்கலாம். வேதியியற் பொருள்கள், இம்மாறுதல்களை எவ்வாறு தோற்று விக்கின்றன எனக்கண்டறிய பயன்படுகிறது. இவ்வகை ஆராய்ச்சி கள், புற அமைப்பியல் வழி தோன்றும் சில சிக்கலான பிரச்னைகளை யும் நீக்கப் பயன்படுகின்றன. வித்திலைகள் கருவின் எப்பகுதியில் தோன்றுகின்றனவென்றும், இரு, ஒரு வித்திலைகளுக்கிடையேயான உறவு பற்றியும், தர்க்கத்திற்குரிய பல முக்கிய பிரச்னைகளைத் தீர்க்கப் பயன்படுகின்றன (ஹாக்ஸியூஸும் லக்ஷ்மணனும், 1969 ; லக்ஷ்மணன், 1972).

கரு வளர்ப்பில், மற்றொரு முக்கியமான அம்சத்தையும் கவனிக்கவேண்டும். இயற்கைச் சூழலில் வளரும் கருவில் செல் பகுப்படைதலும் வேறுபாடு தோன்றலுமிருக்கும். ஆனால் செல்கள் அதிக அளவு பெரிதாகாது. மேலும் இக்கருக்கள் புவி நாட்ட மற்றவைகளாகவும் பச்சையமின்றியும் இருக்கும். முதிர்ந்த கருக்களே முளைக்கும். திசு வளர்ப்பிலுள்ள கருக்களின் தன்மை என்ன? வளர்ப்பிலுள்ள கருக்கள், ஊடகத்தையும், கிடைக்கும் வெளிச்சத்தையும் பொறுத்து, கணு இடைவெளி நீட்சி, பச்சையம் தோன்றல், வேர் விடுதல், புவிநாட்டம் ஆகிய குணங்களைக் காட்டுகின்றன. பருவம் வரும் முன்னரே (precocious) முளைக்க ஆரம்பித்துவிடுகின்றன. இவ்வகை முளைக்குந் தன்மையை மேலே கூறிய இரு காரணிகளைத் தவிர, ஜிப்பெரிலிக் அமிலமும் ஊக்குவிக்குந்தன்மையது. கருவை ஊடகத்திற்கு மாற்றும் காலமும் முக்கியமானது. இதைத்தெளிவாக பார்லியில் எடுத்துக் காட்டியுள்ளார் நார்ஸ்டாக் (1971).

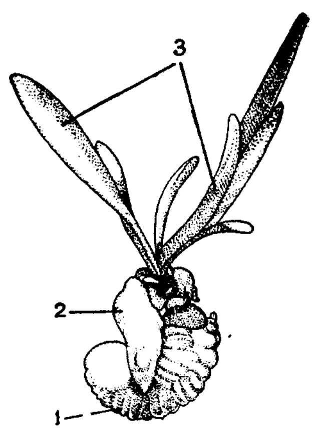
ஃபேசியோலஸ் வல்கேரிஸ்ஸின் கருவை வளர்ப்புச் செய்ததில், RNA-தொகுப்பு பற்றி சில விபரங்கள் கிடைத்துள்ளன. இருதய வடிவ கருவில் மிகக்குறைந்த அளவிலேயே RNA-தொகுப்பு நடை பெறுகிறது. கடைசி பத்து நாட்கள் வளர்ச்சியில் இத்தொகுப்பு சிறிதும் நடைபெறுவதில்லை.

கரு வளர்ப்பு முறை பயன்படும் மற்றொரு வழியைப்பற்றி சிறிது காண்போம். கிட்டத்தட்ட 12 குடும்பங்களைச் சேர்ந்த சுமார் 1,800 ஒட்டுண்ணி சிற்றினங்களுள்ளன. ஸ்ட்ரைகா (striga),

ஒரோபான்ங்கே (Orobanche) போன்ற வேர் ஒட்டுண்ணிகள், ஆதார தாவரங்களின் வேர்களிலிருந்து ஒரு தூண்டுதலை எதிர் பார்க்கிறதென்று கருதப்பட்டு வருகிறது. கைனடின், கிப்பெரிலிக் அமிலம், ஸ்கோபொலெட்டின் (scopoletin), கேசின் ஹைட்ரோ-லிசேட், இளநீர் போன்றவை ஆதாரத்தாவரத்தின் தூண்டு தலுக்குப் பதிலாக பயன்படுத்தி ஒட்டுண்ணிகளின் விதைகளை முளைக்க வைக்கலாமென கண்டுள்ளனர். ஆனால், தண்டு ஒட்டுண்ணிகளின் நிலைமை வேறு. கஸ்குட்டா, டெண்ட்ரோஃப்தயா போன்றவற்றின் விதைகள் ஆதாரத் தாவரத்தின் உதவியின்றி வளரும். கஸ்குட்டா ரிஃப்லெக்ஸாவின் (Cuscutta reflexa) பருவ முற்ற கருக்களை கேசின் ஹைட்ரோலிசேட், IAA கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்த்து நாற்றுகளையும் சேலஸையும் பெற்றனர். இந்த கேலஸிலிருந்து எம்பிராய்டுகள் தோன்றின (ஜோஹ்ரியும் பலதேவும்: (Johri and Baladev, 1962; டிரஸ்காட்: Truscott, 1966). டெண்ட்ரோஃப்தயா ஃபால்கேட்டாவிலும் (Dendrophthoe falcata) (ஜோஹ்ரியும் பஜாஜும், *1963*), அமீமா மிக்யோல்லி (Amyema miquelli), அ பெண்டுலா (A. Pendula) (பஜாஜ், *1967*)



படம் 28
ஸ்குருல்லா பல்வெர்லெண்டா :
கருவளர்ப்பில் புற அமைப்புத் தோன்றல்
1. உறிஞ்சு உறுப்புகள்
2. தண்டுகள்
3. கேலஸ்



படம் 29
ஸ்குருல்லா பல்வெர்லெண்டா :
1. உறிஞ்சு உறுப்பு
2. எண்டோஸ்பெர்ம்
3. விதை முளைத்தண்டின் இலைகள்

போன்றவற்றிலும் இதையொத்த முடிவுகளையே பெற்றுள்ளனர். காஸித்தா ஃபிலிஃபார்மிஸ் (cassytha filiformis) என்ற தண்டு ஒட்டுண்ணியின் கருவை, IAA சேர்ந்த ஊடகத்தில் வளர்த்து

நாற்றுகள் பெறப்பட்டன (அரங்கசாமியும் ரங்கனும், Rangaswamy and Rangan, 1963.) விதையிலையை வெட்டி எடுத்துவிட்டு கருவளர்ப்புச் செய்தால் வளர்ச்சியில்லை. எனவே, முழுக்கரு மாத்திரமே வளரும் தன்மையதெனத் தெரிகிறது. ஆர்யுதோபியம் பூசில்லம் (Arceuthobium pusillum) என்ற தண்டு ஒட்டுண்ணியில், கேசின் ஹைட்ரோலிசேட்டும், இளநீரும் விதை முளைத்தலில் துணைநின்றன (போங்கா, 1971; போங்காவும் சக்ரபோர்ட்டியும் Bonga and Chakraborty, 1968). ஆனால் தண்டு ஒட்டுண்ணியான ஸ்குருல்லா பல்வெர்லெண்டாவின் (Scurella pulverlenta) விதைகள் சாதாரண ஊடகத்திலேயே முளைத்தன (படங்கள் 28, 29). (ஜோஹ்ரியும் போஜ்வாணியும்: Johri and Bhojwani, 1970). கேசின் ஹைட்ரோலிசேட் இதை மேலும் ஊக்குவித்தன.

ஒட்டுண்ணிகளின் கருக்கள் முளைத்தலையறிந்தபின், அவற்றில் புற அமைப்புத்தோன்றும் முறைகளையும் சிறிது காண்போம்.

டெ. ஃபால்கேட்ட, டேக்ஸில்லஸ் க்யூனியேட்டஸ், டே. வெஸ்ட்டிடஸ் போன்ற தண்டு ஒட்டுண்ணிகளின் 2 அல்லது 3 விதையிலைகள் ஒன்றாக இணைந்து போலி ஒரு விதையிலைத் தன்மைய உருவத்தைக் காட்டுகின்றன. ஆனால் நுட்சியா ஃப்லோரிபண்டா (Nuytsia floribunda) என்ற வேர் ஒட்டுண்ணியில் 3 முதல் 5 தனித்த விதையிலைகள் உள்ளன.

டெண்ட்ரோஃப்தயாவின் முதிர்ந்த கருக்களை சைட்டோகைனின் கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்த்தால், பல தண்டு மொட்டுக்கள் தோன்றுகின்றன. ஆனால் முன் கருக்கள் தோன்றுவதில்லை. அவை பெரும் பாலும் புறத்தோல் செல்களிலிருந்து வளர்கின்றன. முன் கருக்களிலிருந்து வளரும் கேலஸை IAA, கேசின் ஹைட்ரோலிசேட் கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்ப்புச் செய்தால் கருவொத்த வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. இவ்வேறுபாடுகள் முதிர்ந்த கருக்களில் காணப்படுவதில்லை. முதிர்ந்த கருக்களை IBA, கேசின் ஹைட்ரோலிசேட்டுடன் வளர்ப்பின், வேர்ப்பகுதியிலிருந்து உறிஞ்சி உறுப்புக்கள் தோன்றி தண்டு மொட்டுக்கள் தோன்றுவதைத்தடுத்து விடுகின்றன. டேக்ஸில்லஸ் சிற்றினங்களும் ஏறத்தாழ இம்முறையிலேயே உள்ளன.

ஆனால், நுட்சியாவின் முதிர்ந்த கருவின் விதையிலைகள் (ஊடகம் + IBA + கேசின் ஹைட்ரோலிசேட் + அடினைன் அல்லது கைனடின்) கேலஸைத் தோற்றுவித்தன. இதனின்றும் கருவொத்த வேறுபாடுகள், வேர், தண்டு முதலியன தோன்றின. உறுப்புகள் தோன்றுவது குறைந்த போதிலும் கருவொத்த அமைப்புக்கள்

தொடர்ந்து காணப்பட்டன. இவ்வமைப்புகளை அடிப்படை ஊடகத்திற்கு மாற்றியபின், பச்சையாக மாறி, வளர்ந்து, வேர்களையும் தண்டுகளையும் தோற்றுவித்தன.

ஒட்டுண்ணிகளின் கதை இவ்வாறிருக்க பூச்சி உண்ணித் தாவரங்களின் நிலையென்ன? நம் பகுதிகளில், டிராசிரா (Drosera), யுட்ரிகுலேரியா (Utricularia) போன்ற செடிகள் கிடைக்கின்றன.

யு. இன்ஃலெக்ஸா (U. inflexa)வின் விதைகள் 2% சுக்ரோஸீடன் கூடிய ஊடகத்தில் நன்கு முளைத்தன. (துரைசுவாமி Doreswamy, 1967; துரெசாமியும் மோர்ஹன்ராமும், 1969.) சுக்ரோஸின் செறிவு அதிகரித்தால் தண்டின் நீட்சி தடைப்படுகிறது. பக்கக்கிளைகள் தோன்றுகின்றன. சுக்ரோஸின் செறிவு அதிகரிக்க, தண்டுநுனியின் விஞ்சுநிலை (apical bominance) தவிர்க்கப்படுகிறது போலும். புரோட்டின், நியூகிளிக் அமிலம், மற்றும் ஒரு சில தாவர மெட்டா போலைட்டுகளின் நைட்ரஜன் ஆகியவை பங்கு வகிப்பதோடு, ஆக்ஸின் உற்பத்தியையும் பாதித்து அதன் மூலம் வளர்ச்சியையும் பாதிக்கிறது. பூச்சி உண்ணிகள் பிராணிகளின் நைட்ரஜனை எதிர்பார்க்கின்றனவென்பது பல காலமாகவுள்ள ஒரு முடிவு. ஆனால், இத்தாவரங்களின் ஊடகத்தில் சுக்ரோஸ் மாத்திரமே சேர்க்கப்பட்டிருந்தாலும், விதைகள் முளைக்கின்றன. ஒரு சமயம் இனப்பெருக்கத்திற்கு, பிராணிகளின் உணவுசத்தை இத்தாவரங்கள் பயன்படுத்துகின்றனவோ என்பதற்கு எதிர்மறையான முடிவே கிட்டியுள்ளது (ஹார்டர் Harder, 1965).

கருவளர்ப்பின் மூலம் நாம் பெற்றுள்ள முடிவுகளென்ன என்பதே அடுத்த கேள்வியாகும். மகேஷ்வரியும் அரங்கசாமியும் (1963), சாண்டர்ஸீம் ஸீபரும் Sanders and Ziebur, (1963), நாராயணசுவாமியும் நார்ஸ்டாகும் (1964) கரு வளர்ப்பின் அடிப்படைக்கூறிலிருந்து மதிப்பாய்வுரை வரை செய்துள்ளனர்.

1. கரு வளர்வதற்கான உள் ஆற்றல் விதை முழுவதிலும் உள்ளதெனக் கருதப்பட்டு வந்தது. விதைகளிலுள்ள கருக்கள் சில சமயங்களில் முளைக்காமல் கருகிவிடுகின்றன. இம்மாதிரியான கருக்களைப் பிரித்தெடுத்து ஊடகத்தில் வளர்த்தால் அவை முளைக்கின்றன. எனவே, விதை முளைக்காத குறை, கருவுக்கு வெளியே, ஆனால் விதைக்குள் உள்ளது.

2. ஒரு குறிப்பிட்ட ஊடகத்தை கரு நாடுவது அதன் சிற்றினத்தைப் பொறுத்தது. மேலும் கருவின் வளர்நிலையையும் மனதில் கொள்ள வேண்டும்.

3. சிறிய முன் கருவின் செயலியல் தேவைகளும் ஊடகமும் மிகவும் நுண்மையாக (exacting) இருக்க வேண்டும். பருவம் வரும் முன்னமே முளைத்து பொருத்தமில்லாத உருவ அமைப்பு கொண்ட (malformation) நாற்ருகவோ அல்லது அதன் பாகங்களில் திசு நீக்கமோ தோன்றுகின்றன.

4. பொதுவாக, ஊடகத்தில் இளநீர் சேர்ப்பது, கருவை வளர வைக்கத் தேவையான, நம்மால் அறிய முடியாத பொருள்களை, ஈடு செய்யவேதான்.

5. வேறு இனத்தின் எண்டோஸ்பெர்மும் கருவளர்ச்சிக்கு நல்ல ஊக்கத்தை அளிக்கின்றது.

6. பர ஊட்டமுள்ளதாக இயங்கும் சைகோட், மெதுவாக மாறி, பக்குவமடைந்த கருவாகிறபொழுது தன்னிச்சையாக இயங்குகிறது.

7. ஊடகத்துடன் வளர்யூக்கிப் பொருள்கள், வைடமின்கள், வெவ்வேறு அமினே அமிலங்கள் சேர்க்கும்பொழுது அவற்றின் பலன் வெவ்வேறு ஆகிறது. ஊடகத்திலுள்ள பொருள்களுக்கிடையே உள்ள சினர்ஜிஸ சக்தியையும் ஒவ்வொரு பொருளின் செறிவையும் பொறுத்துள்ளதெனக் கூறலாம்.

8. திசு வளர்ப்பிலுள்ள முன்கருக்களின் வளர்முறையும் அதன் நடைமுறையும் இயற்கையில் உள்ளதைப்போல இல்லை. ஆனல், உறுப்புவேறுபாடுகள் தோன்றும் நிலையிலுள்ள கருக்கள் சோதனைகளிலும் இயற்கையிலும் ஒரே மாதிரியாக இயங்குகின்றன.

9. விதைகளின் உறங்கு நிலையினல் விதை முளைத்தலில் ஏற்படுகிற காலதாமதம் பற்றி அறிய பயன்படுகிறது. உறங்கு நிலை காரணி எங்குள்ளதென சில விதைகளில் கண்டுள்ளனர். இக் காரணி, விதையுறையிலும் கருவிலுமுள்ளது. இன்னும் சிலவற்றில் விதையில் இல்லை.

உறங்குநிலை காலத்தைக் குறைத்தோ, முழுவதுமாக விலக்கியோ கருக்களை முளைக்க வைக்கலாம். ரோஸேசியே குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பழமரங்களின் விதைகளை 20-க்கும் அதிகமான மாதங்களிலிருந்து 8 மாதங்களில் முளைக்க வைத்துள்ளனர். ஐரிஸ் விதையிலிருந்து பூக்கும் காலம் வரையிலுள்ள இடைவெளியை ஓராண்டிற்கும் குறைவாகக் குறைக்க முடிந்தது.

எவ்வாறு குறிப்பிட்ட வேதியற் பொருள்கள் கருவின் வேறுபாட்டைப் பாதிக்கின்றன என்று அறிய செயலியலரும், அவ்வாறான மாறுபாடுகள் தோன்றுகின்ற முறைபற்றி புற அமைப்புத்தோன்றியலரும், கதிர்வீச்சுப்படுதல், மயத்தன்மை பற்றி செல்லியரும், கருவளர்ப்பினால் பயனடைகின்றனர். மேலும், பாரம்பரிய இயலர் தங்களுக்கும் கருவளர்ப்பைப் பயன் படுத்திக் கொள்கின்றனர். நம் நாட்டில் அரிசிப்பஞ்சம் என்றும் உள்ளது. இரு சிற்றினங்களைப் பயன்படுத்தி, விரும்பும் குறிப் பிட்ட குணங்கள் கொண்ட கலப்பினத்தை பெற எடுத்துக் கொள்ளும் முயற்சிகள் பெரும்பாலும் தோல்வியுறுகின்றன. ஒரு சில வெற்றிகளே காணப்பட்டுள்ளன. கரு முதிர்ச்சியுறுமுன்னரே விதை உதிர்தல், உறங்குநிலை, போதிய தண்ணீர் கிடைக்காமை, பூஞ்சைகளால் தாக்கப்படுதல் போன்ற இடையூறுகள் உள்ளன. திசு வளர்ப்பு முறையால், இருவேறு சிற்றினங்களைக் கலக்கச் செய்து, ஆரோக்கியமான நாற்றுக்களை அதிக விகிதத்தில் **ஒரைஸா கிரானுலேட்டா** (Oryza granulata), **ஒ. ஆஃபிஸினேலிஸ்** (O. Offiocinalis) போன்ற ஒரு டஜனுக்கு மேலான சிற்றினங்களில் ஹைபிரிடுகளைப் பெற்றுள்ளனர். **காஸிப்பியம் ஆர்போரியமும்** (பெண்) **கா.** ஹிர்சுடமும் சேர்த்துப் பெற்ற கலப்பின விதைகளை, ஹெல்லர் ஊடகத்துடன் கேசின் ஹைட்ரோலிசேட், கிப்பெரிலின் கைனடின் சேர்த்து வளர்த்ததில் 36 நாட்களில் விதைகள் முளைத்தன. கலப்புச் சிற்றினத்திற்கு மற்றொரு உதாரணமாக **கார்க்கோரஸை** எடுத்துக் கொள்ளலாம். உயர்ந்த கிளை பிரியாத தண்டு, சாதகமில்லாத மண்ணிலும் வளரக் கூடிய தன்மை சீக்கிரமாக பக்குவமடைதல், நோயினாலும், அழிவு செய்யும் உயிரி (pest)களாலும் பாதிப்பதைத் தடுக்கும் ஆற்றல் ஆகியவற்றுடன் கூட நீண்ட கெட்டியான வெள்ளைநார்களைக் கொடுக்கக் கூடிய ஒரு கலப்பு சிற்றினத்தைத் தோற்றுவிக்க முயற்சித்தனர். **கார்க்கோரஸ் ஒலிட்டோரியஸ்** × **கா. கேப்ஸுலாரிஸ்** (Corchorus olitorius × C. capsularis) ஆகிய இரண்டையும் கலந்து ஒரு சிறந்த சிற்றினத்தை ஈஸ்ட் பிழிப்பு, கைனடின், IAA கொண்ட ஊடகத்தில் கரு வளர்க்கப்பட்டு பெற்றனர்.

இது போலவே, இரு பேரினங்களுக்கிடையே கலப்பினைத் தோற்றுவித்ததற்கு ஒரு சில உதாரணங்கள்:

ஹார்டியம் × செகேல்

டிரிட்டிகம் × எலிமஸ்

டிரிட்டிகம் × ஸியா

மற்றொரு பயனானது, விதைகளின் வாழலாந் தன்மை (வாழும் தன்மை)யை அறிவதாகும். விதைகளின் வாழலாந்தன்மையை முளைக்க வைத்துதான் காண வேண்டுமெனில், விதைகளின் உறங்குநிலை முடியும்வரை காத்திருக்கவேண்டும். அதைத் தவிர்க்க, இரண்டு முறைகள் கண்டறியப்பட்டுள்ளன. கரு வளர்ப்பு முறை (அல்லது வேகமாக வாழலாந்தன்மை அறியும் முறை, Rapid viability Method என்றும் அழைப்பர்), வேதியல் முறை ஆகிய இவ்விரண்டிலும் முன்னதே நம்பகமானது, சிறந்தது, சிக்கனமானதும் கூட.

7-3. கரு வளர்ப்பும் கதிர் வீச்சலும் (Embryo culture and radiation)

கதிர்வீச்சு எவ்வாறு செடியிலேயே வளரும் கருவைப் பாதிக்கின்றது என்பது அண்மைய புது ஆராய்ச்சி வழியாகும். அது சடுதி மாற்றத்தினை எவ்வாறு தோற்றுவிக்கின்றது என்பதை மக்காச்சோளம், பார்லி போன்ற ஓரிரு தாவரங்களில்தான் விரிவாக ஆராயப்பட்டுள்ளது. எக்ஸ்ரேயில் (X-Ray) நெல்லின் கருக்கள் பாதிக்கும்முறை இங்கு சுருக்கமாகத் தரப்படுகிறது.

கதிர்வீச்சின் ஆற்றலுக்கும் (dosage of radiation) சடுதிமாற்ற அதிர்வெண்ணிற்கும் (frequency of mutation) நேர் உறவுள்ளது. இவ்வதிர்வெண் கீழ்க்கண்ட காரணிகளைப் பொறுத்தது :

(i) விதைகள் ஈரமாக அல்லது உலர்ந்திருத்தல்,

(ii) விதைகள் உறையுடனோ அல்லது இல்லாதிருத்தல்,

(iii) வெப்பநிலை

மகரந்தப்பை வெடித்த நாளிலிருந்து பதினைந்து நாட்கள் வரையுள்ள வெவ்வேறு மஞ்சரிகளை 5 முதல் 15 கிராடு (krad) ஆற்றலுள்ள கதிர்வீச்சிற்கு உள்ளாக்கியும், பிரித்தெடுக்கப்பட்ட முழுக்கருக்களையும் அதே வீச்சிற்கு இலக்காக்கியும் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டுள்ளன.

மகரந்தப்பை வெடித்த அடுத்த நாள், 2, 3, 6, 15 நாட்கள் கழிந்தபின்னர் மஞ்சரிகள் கதிர்வீச்சலுக்குட்படுத்தப் பட்டன. அவற்றை 24-மணி, 2-, 3-, 6-, 15 நாள் வகையெனக் குறிப்பிடலாம். இவற்றைப் பதினைந்து நாட்களுக்கு இயற்கை சூழலில் வாழ விடப்படும். அதன்பின், கருக்களைப் பிரித்தெடுத்து ஊடகத்தில் வளர்த்து கருவில் தோன்றியுள்ள மாறுதல்களைக் கண்டறிந்துள்ளனர். இவற்றினின்றும் அறிந்த சில முக்கிய முடிவுகளாவன:

24-மணி, 2-நாள் வகைகளில் கருக்கள் பெரும்பாலும் உயிர் பிழைக்கவில்லை. மேலும் எண்டோஸ்பெர்மும் வளர்ச்சி குன்றி அழிந்துபோயிற்று.

3-, 6-, 15- நாட்கள் வகைகளினின்றும் பிரித்தெடுத்த கருக்கள் கதிர்வீச்சினை எதிர்த்து வளர முயற்சிக்கின்றன; சில கருக்கள் இறந்தன. எண்டோஸ்பெர்ம் முழு வளர்ச்சியடைந்த போதிலும் சிலவற்றில் கருக்கள் வளரவில்லை. இவ்வகைகளில் முளைக்கும் கருக்களில் வேர்ப்பகுதியிலும் முளைக்குருத்துறையிலும் (Coleoptile) சிதைவுகள் காணப்பட்டன.

கதிர்வீச்சும் சடுதிமாற்ற நிறமாலையும் (Trradiation and mutation spectra)

கீழ்க்கண்ட மூன்றுவகை சடுதிமாற்றத்திற்கும் கிடைத்துள்ள சடுதிமாற்ற நிறமாலையானது, கதிர்வீச்சலின் ஆற்றலைப்பொறுத்து வெவ்வேறுவிதமான முடிவுகளைக் கொடுத்துள்ளது.

1. **சடுதிமாற்ற தராதரப் பண்புகள் (qualitative characters)**

   பிரித்தெடுக்கப்பட்ட முதிர்ந்த கருக்கள் > முழுவளர்ச்சி யடைந்த கருக்கள் (15 நாட்கள்) > 6 நாட்கள் (கரு முழு வேறுபாடடைந்தது) > முன்கருக்கள் (2-, 3- நாள் வகை) > முன்கரு (24 மணி வகை).

2. **அளவு பண்புகள் (quantitative characters)**

   முன்கரு (2-, 3- நாட்கள் வகை)> 6 நாட்கள் வகை (கரு முழு வேறுபாடந்தது)> முழு வளர்ச்சியடைந்த முதிர்ந்த கரு (15 நாள் வகை)> முதிர்ந்த கருக்கள்.

3. **பச்சையச் சடுதி மாற்றம் (chlorophyllmutation)**

   முதிர்ந்த கருக்கள் > முழு வளர்ச்சியடைந்த கருக்கள் (15 நாள் வகை)> 6நாட்கள் வகை

பிரம்மச்சாரியும் பாதுரியும் (Brahmachari and Bhaduri, 1971) நடத்தியுள்ள இவ்வராய்ச்சி சடுதி மாற்றங்களில் பல ஆராய்ச்சிப் பாதைகளுக்கு வழி காட்டுகிறது. இன்று கிடைத்துள்ள வெளியீடுகள் மூலம் நிலையான கருத்துக்களை எடுத்துக் கூற இயலாததால் கதிர்வீச்சு பற்றிய தோற்றுவாயுடன் நிறுத்தப் படுகிறது.

7-4. 'கருவொத்த வேறுபாடு' அல்லது எம்பிரையாய்டு (Embryoid) தோன்றல்.

திசு வளர்ப்பிலுள்ள செல்கள் பலவகையான அமைப்புகளைக் கொண்டனவென்று பார்த்தோம். இத் திசுக்களைப் பொறுத்தும், ஊடகம் மற்றும் இதர காரணிகளைப் பொறுத்தும், ஒழுங்கான முறையிலோ இங்குமங்குமாகவோ சாற்றுத்திசுக்கள் வேறுபாடை கின்றன. இதுவன்றி, வெளித்தோற்றத்திலும் வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. நன்கு தெரியும்படி மொட்டு, வேர் ஆகியவை தனித்தனியே வேறுபாடடைகின்றன. மொட்டு தனியாக வேறுபாடடைந்து, தாய்திசுவுடன் தொடர்புள்ளதாக இருக்கும். இதை நிலை பெறாத மொட்டு (adventive bud) என்று அழைப்பர். சிறிது காலந்தாழ்த்தி, மொட்டுடன் ஒரே அச்சில் அமையும் படியாக வேர்கள் தோன்றி, தனித் தாவரமாக பின்னர் இயங்கு வதுண்டு. இவைகளினிறும் மாறுபட்டு, கருவொத்த அமைப்பைக் கொண்ட வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன.

கருவொத்த வேறுபாட்டின் அமைப்பியல்

திசு வளர்ப்பிலுள்ள செல்கள், சிறிதளவேனும் தனித்தியங்கும் தன்மை பெற்று, பகுப்படைந்து செல் தொகுதியாக மாறுகிறது. இத்தொகுதியின் எந்த ஒரு செல்லும் கருவொத்த அமைப்பினை யடையும் தன்மையது. சைக்கோட்டிலிருந்து (இதுவும் ஒரு செல்லே) வளரும் கருவினின்றும் பிரித்துக் காட்ட, அதே சமயத் தில், இரண்டிற்குமுள்ள ஒற்றுமையை ஊன்றி உரைக்க, இப் புற அமைப்பைப் பல பெயரால் அழைத்தனர். இங்கு அதை "கருவொத்த அமைப்பு" அல்லது எம்பிரையாய்டு (எம்பிராய்டு) என்றழைக்கப்பட்டது.

எம்பிரையாய்டும் நிலைபெறாத கருவும்

திசுவளர்ப்பிலுள்ள செல்கள் வளர்ந்து செல் தொகுதியான பின் அத்தொகுப்பின் எந்த ஒரு செல்லும் சைகோட்டைப் போல் முழுக்கருவை தோற்றுவிக்கும் தன்மை கொண்டது எனக் கண்டோம். சைகோட், திசுவளர்ப்பில் எம்பிரையாய்டுகள் முழுக்கருவையும் தோற்றுவிப்பதுபோல கருப்பைக்கு வெளியில் ஆனால் சூலினுள், நிலைபெறாத கரு (adventive embryo) தோன்றுவது பற்றி குறிப்புரைகளுண்டு. உதாரணமாக, எலுமிச்சைவிதையின் நியூசெல்லஸை லென்ஸின் (lens) மூலமாகப் பார்த்தால் சிறுசிறு திட்டான அமைப்புகள் காணப்படும். அவைகளை இன்னும் பெரிதுப்படுத்திப் பார்த்தால் கருவொத்த அமைப்புடனிருப்பது தெளிவாகத் தெரியும். அமெரில்லிடேசி (Amaryllidaceae),

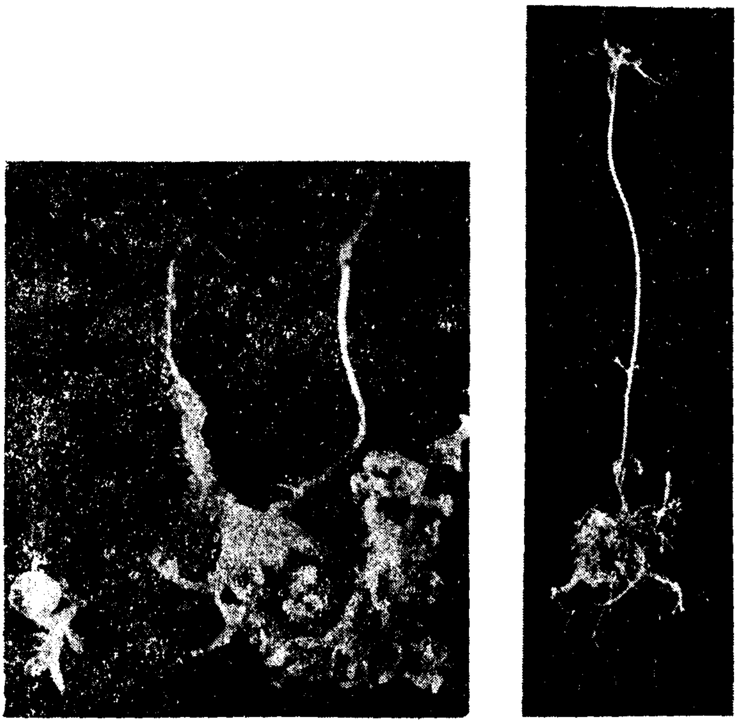
லில்லியெசி (Liliaceae), ஆர்கூடேசி (Orchidaceae) போன்ற குடும்பங்களில் நியூசெல்லஸிலிருந்து மாத்திரமின்றி, சூலுறையினின்றும் கருவொத்த அமைப்புகள் தோன்றுகின்றன. இந்த நிலைபெறாத கருவையும் திசுவளர்ப்பிலுள்ள எந்த செல்லினின்றும் தோன்றக் கூடிய கருவொத்த அமைப்பினையும் எம்பிரையாய்டு என்ற ஒரே சொல்லால் அழைக்கலாமென வாசிலும் ஹில்டெபிராண்ட்டும் (1966) கூறினர். இவையொவ்வொன்றிற்கும் இடையேயுள்ள ஒருமைப்பாடுகளை ஆதாரங்காட்டி விளக்கிக் கூறி, அச்சொல்லையே ஹாக்ஸியூஸிம், லக்ஷ்மணனும் (1969) லக்ஷ்மணனும் (1969) உறுதிப்படுத்தினர். நிலைபெறாத கரு ஆண் இனத்தூண்டுதலை எப்பொழுதுமே வேண்டி நிற்பதில்லை. எனவே, நிலைபெறாத கருவையும், திசு வளர்ப்பில் தோன்றும் கருவொத்த அமைப்பையும் எம்பிரையாய்டுகள் என்று அழைப்பது நியாயமே.

சைகோட், நிலைபெறாத மொட்டு, எம்பிரையாய்டு-ஒப்பிடுதல்

சைகோட், என்னும் கருவுற்ற முட்டை ஒரு தனி செல்லாகும். இச்செல், ஒழுங்கான, கட்டுப்பாட்டிற்குட்பட்ட முறையில் பகுப்படைந்து வளர்கிறது. அது வளர்ந்து உறுப்புகள் வேறுபாடடைகின்றன. கருவளர்ப்பில், பொதுவாக, எம்பிராய்டுகளும் சைகோட்-கருவும் ஒரே மாதிரியான அமைப்புடன் தோன்றுவதால் இவற்றை ஒப்பிடுகிறோம். ஆனால், திசுவளர்ப்பில் கருவொத்த அமைப்புகள் தோன்றும் நேரத்திலிருந்தே அதன் செல்களின் கீழ்மட்டத்திலிருந்தே (subcellular) ஏற்படுகிற மாறுதல்கள் பற்றி திசுவளர்ப்பில் அறியவில்லை. இவை வளரும்பொழுது புறச்சார்பற்ற ரிபோசோம்கள் (free ribosome) அதிகரிக்க, எண்டோபிளாஸ்மிக் பின்னல் குறைந்து, பாலிரிபோசோம் (polyribosome) கொத்துக்கள் மறைந்து, மைக்ரோடியுபியூல்கள் (microtubule) தோன்றுவதாகக் கூறப்படுகிறது. இதுபற்றி இன்னும் தெளிவான விபரங்கள் கிடைக்கப்பெற வேண்டும். வளர்ந்த எம்பிரையாய்டுகளை சைகோட்-கருவுடன் ஒப்பிட்டாலும், தனிசெல்லான சைகோட்டுடனோ, சைகோட்டினின்றும் வளர்ந்த முன்கருவுடனோ ஒப்பிடமுடியவில்லை.

சைகோட் என்ற ஒரு செல்லிலிருந்து கரு வளர்கிறது. ஆனால் எம்பிரையாய்டுகளிலோ செல் தொகுதியிலுள்ள ஒரு செல்லிலிருந்து தோன்றுகிறது. இந்த செல் தொகுதியை சைகோட்-கருவின் சஸ்பென்ஸாருடன் சுலபமாக ஒப்பிடலாம். இந்த செல்-தொகுதியின் எந்த ஒரு செல்லிலிருந்தும் எம்பிரையாய்டுகள் வளரும் சக்தி படைத்திருப்பது போல, சைகோட்டின் பல செல்

சஸ்பென்சாரின் எந்த செல்லும் ஒரு கருவைத் தோற்றுவிக்கும் ஆற்றல் பெற்றது. வேதியியல் பொருள் கொண்டோ, இயற்பியல் காரணிகளாலோ சஸ்பென்சார் செல்களில் சிலவற்றைக் கொன்றால், உயிருள்ள மற்ற செல்கள் பகுப்படைந்து கருவொத்த அமைப்புகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. மேலும் இயற்கையிலேயே பல கருக்கள் சஸ்பென்சாரிலிருந்து தோன்றியுள்ளதற்கு சான்றுகளுள்ளன. சஸ்பென்சாரின் முக்கியத்துவம் இதனால் வற்புறுத்தப் படுகிறது. (ஹாக்ஸ்யூஸ், 1965). எனவே, சைகோட் என்ற ஒரு செல்லிலிருந்து கரு வளர்கிறது. எம்பிரையாய்டு என்பது செல் தொகுப்பின் ஒரு செல்லிலிருந்து வளர்கிறது.



(1) (2)

படம் 30

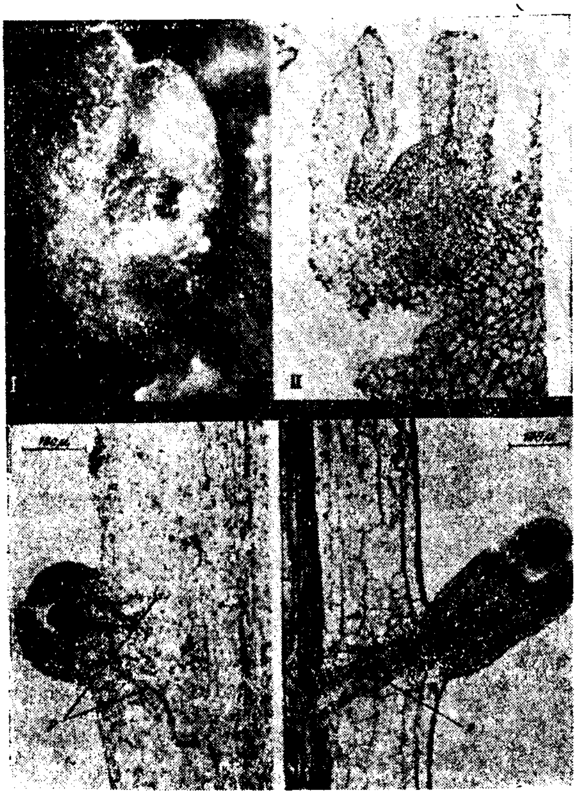
நிலை பெறாத மொட்டுகள் வளர்ந்து முழுத்தாவரமாதல்

(1) இடதுகீழ்: திசுவினின்றும் பல தண்டு மொட்டுகளும் ஓரிரு வேர்கள் பின்னர் தோன்றுதல்.

(2) வலதுமேல்: மொட்டுகள் முழுத்தாவரமாதல்.

இனி, எம்பிரையாய்டுகளுக்கு நிலைபெறாத மொட்டுகளுக்கும் உள்ள உறவை விவரிப்போம். மொட்டு, சிறு அளவிலுள்ள

பொழுது, கருவொத்த அமைப்பு என்று சிலரால்-தவருக-விளக்கிக் கூறப்படுகிறது. வெளி அமைப்பில், தாய்த் திசுவினின்றும் மொட்டு வளரும்பொழுது, கருவின் வித்திலை, தண்டு நுனியுள்ள முனையைப் போலவேயிருக்கும். இந்த மொட்டிற்கு வேர் முனை இருக்காது. ஏனெனில், இது தாய்த்திசுவிலிருந்து வேறுபாடுடன் கூடிய நீட்சியேயாகும். ஆனால் சைகோட்டினின்றும் வளரும்



படம் 31

எம்பிரையாய்டும் நிலைபெருத மொட்டும்

மேலே : முழு எம்பிரையாய்டும், அதன் நெடுக்கு வெட்டுத்தோற்றமும் தண்டு, வேர் முனையுள்ளன.

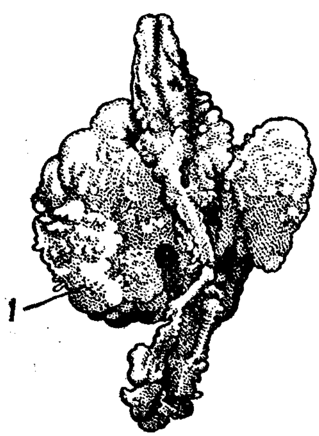
கீழே : தாய்த்திசுவினின்று மொட்டு தோன்றுகிறது. சாற்றுத்திசு தாய்த் திசுவினுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

கருவைப்போல எம்பிரையாய்டுகளுக்கும் இருமுனைகளுண்டு—வேர் முனை, தண்டுமுனை. படங்கள் 30, 31 இக்கருத்தைத் தெளிவாக விளக்குகின்றன. திசு வளர்ப்பில் தண்டு நுனிகள் மாத்திரம்

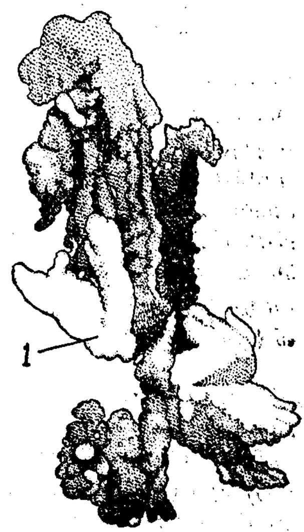
முதலில் தோன்றி, பின்னர் வேர்கள் வேறுபாடடைவதை படம் 30 காட்டுகிறது. இருமுனைகள் எம்பிரையாய்டுகளுக்கு உள்ளதை படம் 31 ன் மேல் படங்கள் காட்டுகின்றன. மொட்டை எவ்வாறு தண்டின் மொட்டுடன் ஒப்பிடலாம் என்பதை கீழேயுள்ள படங்கள் விளக்குகின்றன. சாற்றுத்திசு வேறுபாடடையும் பொழுது இவையிரண்டிற்குமிடையே வித்தியாசங்களுள்ளன. எம்பிரையாய்டுகள், சைகோட்-கருக்களில், முன் கேம்பியமும் சாற்றுத்திசுக்களும் வேர், தண்டு முனைகளை இணைப்பனவாக உள்ளன. ஆனால் மொட்டுகளில் தண்டு நுனியைத் தாய்த்திசுவிலுள்ள சாற்றுத்திசுக்களுடன் இணைப்பனவாக உள்ளன. திசுவளர்ப்பில் தோன்றும் மொட்டுகளுக்கு சாற்றுத்திசு கேலஸிலுள்ள சாற்றுத்திசுக்களுடன் தொடர்புள்ளனவாக இருக்கும். பின்னர், வேர் தோன்றிய பின்னர் வேருடன் தொடர்பு கொள்ளும்.

எம்பிரையாய்டுகள் தோற்றமும், தோன்றுவதற்கான காரணங்களும்

எம்பிரையாய்டுகள், தாவரத்தின் எல்லா பாகங்களிலிருந்தும் பெறப்பட்ட கேலஸ் திசுவில் வேறுபாடடைந்துள்ளன: வித்திலைக்



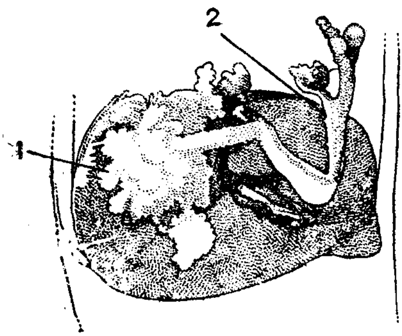
படம் 32
டதூராவின் மகரந்தத்தூளிலிருந்து கேலஸ் தோன்றல்.



படம் 33
டதூராவின் மகரந்தத்தூளிலிருந்து எம்பிரையாய்டு வேறுபாடடைதல்.
1. எம்பிரையாய்டு

கீழ்த்தண்டு, தண்டு, உணவு சேமிப்பு சைலம் அல்லது ஃப்லோயம், இலையிடைத்திசு, வேர், செல்கள், பூமொட்டுகள், மகரந்தப்

பையின் செல்கள், மகரந்தத்தூள் (படங்கள் 32, 33, 34) நியூ செல்லஸ் போன்ற பல வேறுபட்டவற்றினின்றும் எம்பிரையாய்டுகள் தோன்றியுள்ளன.



படம் 34
டதூராவின் மகரந்தத்தூளிலிருந்து தோன்றிய கேலஸில் எம்பிரையாய்டுகள் நாற்றுபோல் வளர்தல்.
1. கேலஸ். 2. நாற்று.

மேலும், வேறுபாடடைந்து செடிகளாக மாறி ஊடகத்தில் வளர்வனவற்றின் வெளிப்புறத்தோல்களின் செல்களிலிருந்தோ, ஹைப்போடெர்மல் செல்களிலிருந்தோ, எம்பிரையாய்டுகளின் மீதும் (படம் 36 அ, ஆ, இ) தோன்றலாம். தொங்குநிலை-, தனி செல்-, வளர்ப்புகளில் அதிகமான அளவு எம்பிரையாய்டுகள் வேறுபாடடைந்தன.

ஊடகத்தின் தன்மை எம்பிரையாய்டுகளைத் தோற்றுவிக்கத் தூண்டுகின்றன. தனி செல்கள் சுதந்திரமாக இயங்குவதால் நன்முறையில் எம்பிரையாய்டுகளைத் தோற்றுவிக்க முடியுமென்று கூறிவந்த ஸ்டீவர்டு, ஊடகத்தில் இளநீரின் முக்கியத்துவத்தை அதிகமாக வற்புறுத்திக் கூறினர். இதேபோல், ஈஸ்லகுஸ்ஸின் முதிராத விதைகளின் (கருப்பையின் பிழிப்பிற்காக) பிழிப்பின் முக்கியத்துவம் பற்றி கூறியுள்ளார். (ஸ்டீவர்டும் டெகானியும் (Steward and Degani, 1969). ஆனால், இவ்விதச் சாறுகளை சேர்க்காமலேயே பலரும் எம்பிரையாய்டுகளைத் தோற்றுவித்துள்ளனர்.

அனங்ககப் பொருள்களின் முக்கியத்துவம் பற்றி விவாதிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறுன புற அமைப்புத் தோன்றலில் கேட்யான்களின் (Cation) பங்கை, முக்கியமாக பொட்டாசியம், சோடியம் பற்றியும் (வுட்டும் பிரௌனும் Wood and Brown, 1961), அதிகச் செறிவிலுள்ள பொட்டாசியம் அம்மோனியத்தின் அவசியத்தையும் முராஷிகேயும் ஸ்கூகும், 1962) எடுத்துக்காட்ட, அம்மோனியம் நைட்ரேட்டே சிறந்ததெனக் கூறிய ஹால்ப்பெரினும் வெதெரெலும் (Halperin and Wetherell, 1965)-ரெய்னர்ட், பேக்ஸ் மற்றும் க்ரோஸிங் (Reinert, Baeks and Krosing, 1966) ஆதரிக்க-அடுத்து, குறைக்கப்பட்ட நைட்ரஜனே (ஹால்ப்பெரின், 1966 முக்கியமெனக் கருத, அனங்கக நைட்ரஜனின் அளவு, புற அமைப்புத்

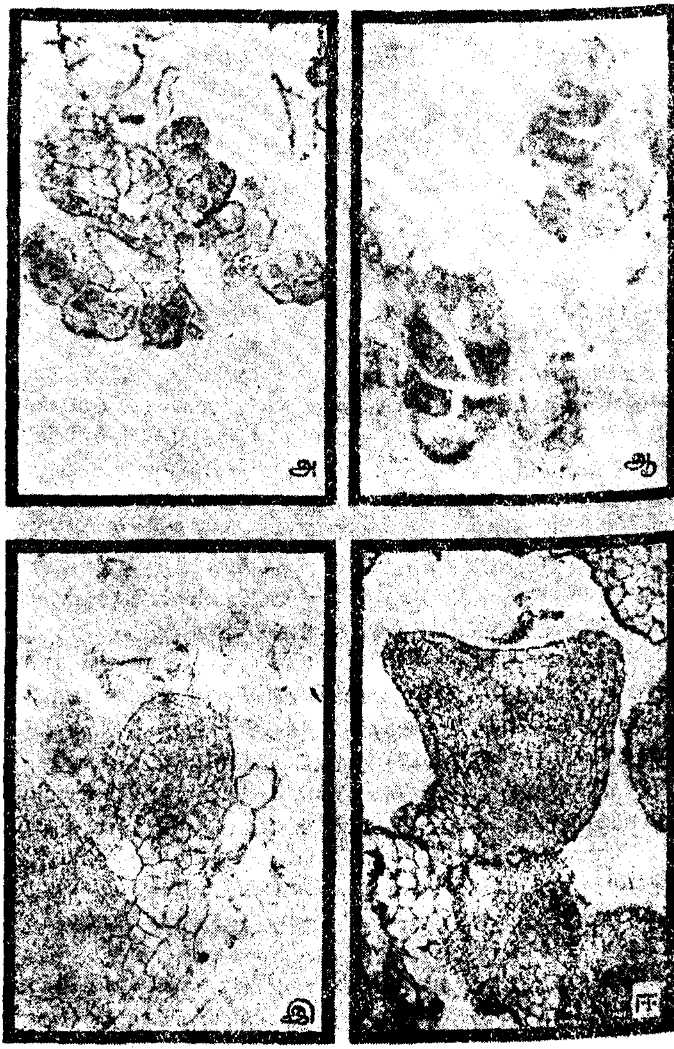
தோன்றலில் ஒரு முக்கிய பணியைச் செய்கிறதெனக் கொள்ளலாம். கருவொத்த அமைப்புகள் தோன்ற ஆக்ஸின்கள் தேவையில்லையென்பது பலரின் முடிவு. வளரும் சைகோட்-கருவை அதிக ஆக்ஸினில் வளர்வித்தால் வளர்ச்சி தடைபடாவிட்டாலும் கூட, ஒழுங்கற்ற முறையில் உயிர்மப் பெருக்கடைந்து, தரசம் நிறைந்த தாறுமாறான செல் திரளாக மாறுகிறது. கருவொத்த வளர்ச்சி கொண்ட நியூசெல்லஸ் செல்களும் தரசத்தைக் கொண்டுள்ளன, மொட்டுகளைத் தோற்றுவிக்கிற கேலஸ் திசுவிலும் தரசங்களுள்ளன. இத்தரசத்தைப் பயன்படுத்தி, ஆக்ஸின் அளவு குறைந்திருந்தால் (ஹால்ப்பெரின், வெதெரெல் ஆகியோர் 1964; நியூகோம்பும் வெதெரெலும் 1970), கேலஸ் திசுவின் விளிம்பிலுள்ள செல்கள், பகுப்படைந்து ஒன்று அல்லது அதிகமான எம்பிரையாய்டுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இவ்வாறு பல கருத்தன்மை, விதை மூடாத் தாவரங்களில் அதிகமாகக் காண்கின்ற பிளவு பல கருத்தன்மையை (cleavage polyembryony) நினைவூட்டுகிறது. ஊடகத்துடன் 2, 4, 6-T (2, 4, 6-Trichlorophe-noxyacetic acid) சேர்த்தால் எம்பிரையாய்டுகள் தோன்றுவதோடு மட்டுமல்லாமல் ஒழுங்கான முறையிலுமுள்ளன. [ஈஸ்ட் பிழிப்பும் எம்பிரையாய்டுகளைத் தூண்டுகிறதென்றது கேட்டோ, டாக்யூபசியின் (1966) முடிவு; கேரட்டின் வித்திலைக் கீழ்த்தண்டின் வெளிப்புறத்தோல் செல்களிலிருந்து தோன்றிய எம்பிரையாய்டுகளுக்கு ஆக்ஸின் தேவையென்ற கருத்து நிலவுகிறது].

புற கைனடின் தேவையில்லையாயினும் அதன் அவசியத்தை, தண்டு வேறுபாடு தோன்றுவதிலும் நிலைபெறுத மொட்டுக்களைத் தோற்றுவித்தலிலும் வலியுறுத்தப்பட்டுள்ளன. ஸ்கூக், மில்லர் ஆகியோர் 1957; டோயர்ஷ்க்கும் மில்லரும் (Doerschug and Miller 1967;) ஈயர்லும் டோரியும், (Earle and Torrey 1965).

பல ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகளை ஒப்பிட்டு கீழ்க்கண்ட பொதுக் கருத்தைக் கூறலாம்.

கைனின்கள், IAA, 2, 4-D ஆகியவை தனித்து முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றது. இளநீரும் மற்ற தாவரப்பிழிப்புகளும் தனித்தோ மற்ற பொருள்களுடன் இணைந்தோ உயர்ந்த சினர்ஜிஸ சக்தியை அளிக்கிறது. இவ்வாறு ஆக்ஸின் முதலியவற்றைச் சேர்த்தால் திசுக்கள் உயிர்மப் பெருக்கடைகின்றன. தொடர்விளைவின் பயனாக உருவ வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. ஆக்ஸின் இல்லாத ஊடகத்தில், உயிர்மப் பெருக்கத்தின் பின், கருவொத்த அமைப்புகள் தோன்றுகின்றன.

கருவொத்த அமைப்பு தோன்றுவதற்கான பல வழிமுறை களைக் கூறுகிறேம். உயர்வகைத் தாவரங்களின் எல்லா உயிர் செல்



படம் 35
எம்பிரையாய்டுகளின் வளர்முறை.

களும் முழுவளர் ஆற்றல் படைத்தன. இச்செல்களையெல்லாம், தேவையானல் தனிசெல்களாகப் பிரித்தெடுத்து, கருவொத்த அமைப்பினைத் தோற்றுவிக்க முடியுமா என்ற கேள்வி சாதாரண

மாக எழக்கூடியதே. இன்னும் நாம், இந்த வேதியியல், இயற்பியல் முறைகளால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டு, தொடர்விளைவான பலன் கொண்ட, சினர்ஜிஸ வளர்முறையுள்ள வளர்லூக்கிப் பொருள்களை தம் விருப்பப்படி படுத்தப் பக்குவமடையவில்லையென தெளிவாகக் கூறவேண்டும்.

எம்பிரையாய்டுகளின் வளர்முறை

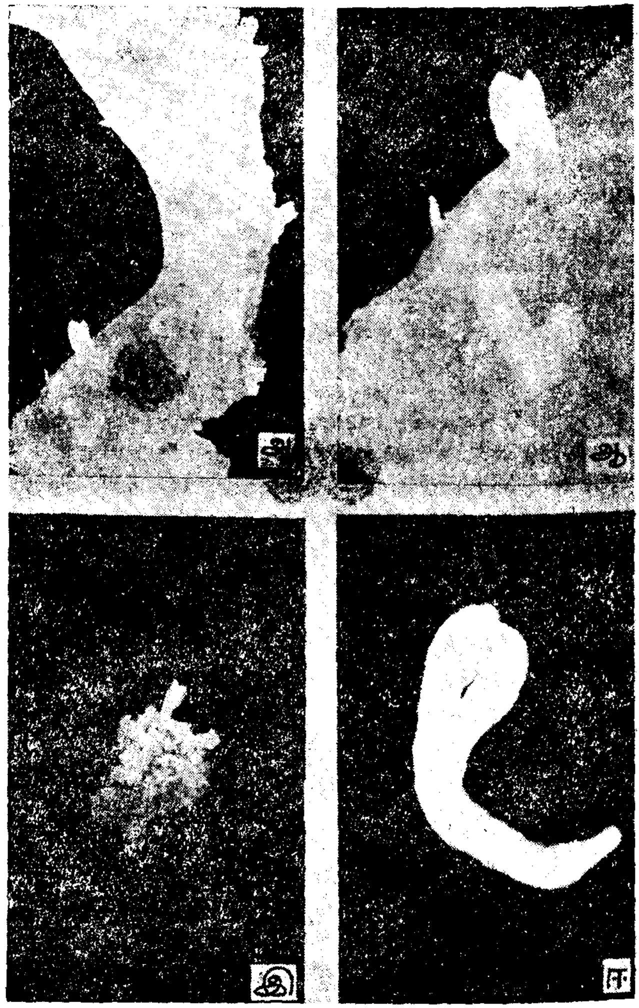
பலரின் வெளியீடுகளிலிருந்தும், கேரட்டின் சாற்றுத்திசு பகுதியிலிருந்து பெறப்பட்ட கேலஸ் திசுவில் தோன்றிய எம்பிரையாய்டுகளின் (படங்கள் 35, 36) உதவிகொண்டும் (ஹால்விபூஸம், லக்ஷ்மணனும், இதுவரை வெளியிடப்படாத படங்கள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன) கீழே விளக்கிக் கூறப்பட்டுள்ளது.

திசுவிலுள்ள செல்கள் ஓரளவிற்குத் தனித்தன்மை பெற்று, ஒன்றுடன் ஒன்று அதிகத் தொடர்பு கொள்ளாத தளர்வுற்ற செல்களாக மாறுகின்றன. அச்செல்கள் வளர்ந்து பகுப்படைந்து செல் தொகுப்புகளாக மாறுகின்றன (படம் அ). அதன் எந்த ஒரு செல்லும் எம்பிரையாய்டு போல் வளர்கின்றது. இதன் ஒரு சில நிலைகள் படம் 35, ஆ, இ, ஈ மூலம் காட்டப்பட்டுள்ளன. முதிர்ந்த எம்பிரையாய்டு வேர்நுனியுடனும் இருவித்திலைகளுடனும் படம் 36ஈ-யில் காண்கின்றோம்.

தனிச் செல்லிலிருந்து கருவொத்த அமைப்புகள் தோன்றி, அவை நாற்றாக மாறும் வரையுள்ள நிலைகளை விளக்க, 'தனிசெல் வளர்ப்பில் புற அமைப்புத் தோன்றல்' என்ற படம் (படம் 37) மிகவும் உதவும்.

● தனிச்செல்கள் பல்வேறான அமைப்புகளைக் கொண்டனவென்று கண்டோம் (படம் 26). இச்செல்களில் புற அமைப்புத்தோன்றலை நான்கு நிலைகளில் காண்போம். (1) வளர்ச்சியைத் தூண்டுவிக்கும் நிலை (Growth induction phase) செல்களின் வளர்ச்சியில், வெப்பத்தையும் வெளிச்சத்தையும், தனித்தனியாகவோ ஒன்றாகவோ மாற்றியமைத்தும், ஆஸ்மாட்ஸ்டிக் உள் ஆற்றல் வளர்லூக்கிப் பொருள்கள், நைட்ரஜன் அளவு முதலியவற்றை மாற்றியமைத்தும் சூழ்நிலையில் வேறுபாடுகளை உண்டாக்கலாம். உதாரணமாக, செல்களிலுள்ள பிளாஸ்டிடுகள் (plastids) இருட்டில் முழுஅளவை அடைகின்றன. ஆனால் வெளிச்சத்தில் வளர்ந்தால் தான் குளோரோபிளாஸ்ட்டாக புற அமைப்பு தோற்றத்தைப் பெறுகிறது. செல்கள் வேகமாகப் பகுப்படைய ஆக்ஸின்கள் உதவுகின்றன. எனவே, செல்கள் பகுப்படைந்து கேலஸாக மாறுகிறது.

இக் கேலஸிலுள்ள செல் தொகுப்புகளிலுள்ள செல்கள் எம்பிரை யாய்டுகளாக வளர்கின்றன. (2) கரு தோன்றும் நிலை (Embryo



படம் 36

எம்பிரையாய்டுகள் தோன்றல்.

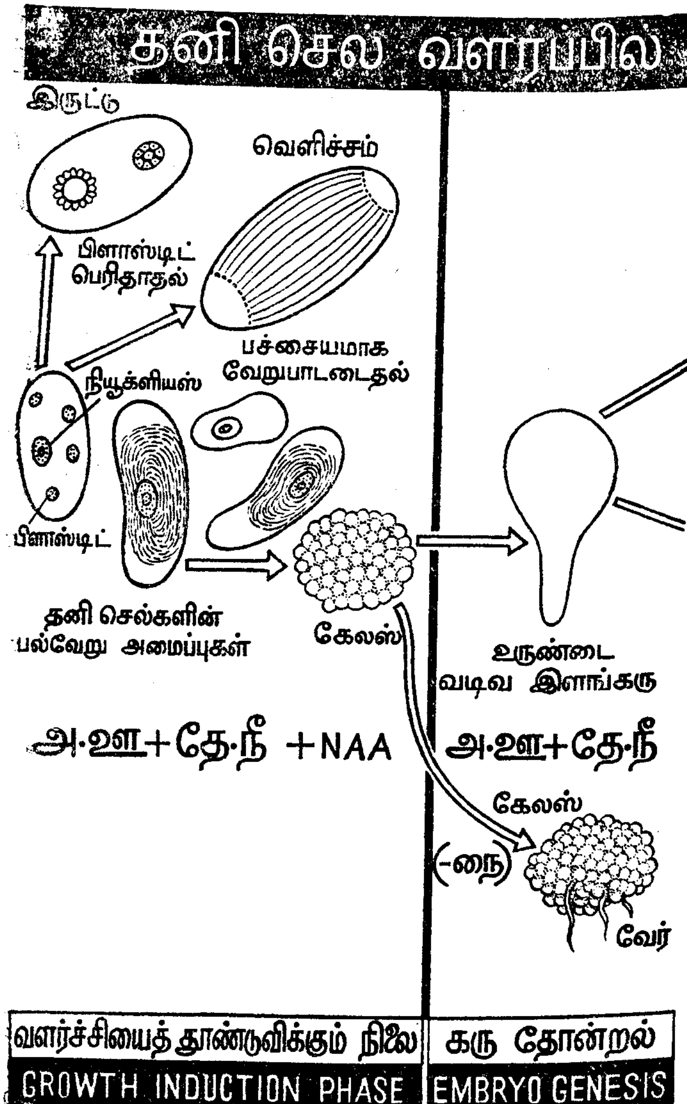
(அ) கேலஸின்மீது பல எம்பிரையாய்டுகள்
(ஆ) ஒரு கருவின்மீது பல எம்பிரையாய்டுகள் (மிகவும் பெரிதாக்கப்பட்டுள்ளது)
(இ) எம்பிரையாய்டுகளின் பொதுத் தோற்றம்
(ஈ) ஓர் எம்பிராய்டு.

genesis) கேலஸிலுள்ள செல் தொகுப்புகளின் செல்கள் பகுப் படைந்து எம்பிரையாய்டுகளாக மாற ஊடகத்தில் மாற்றம்

தேவை. தொடர்ந்து ஆக்ஸின் அளிக்கப்பட்டால் கேலஸ் வளர்ந்து கொண்டே போகும். ஆக்ஸின் தவிர்க்கப்பட்டு, எம்பிரையாய்டுகள் கோள வடிவத்தைக் கொண்ட இளங் கருக்களாக மாறுகின்றன. ஆக்ஸினை விலக்கியது போலவே நைட்ரஜனும் ஒதுக்கப்பட்டிருந்தால், எம்பிரையாய்டுகள் வேறுபாடடைவதற்குப் பதிலாக வேர்கள் மாத்திரம் வேறுபாடடையலாம். நைட்ரஜன் இல்லாததால் வித்திலையோ, தண்டுநுனியோ தோன்றுவதற்கான சாத்தியக்கூறுகள் தடைபடுகின்றன. இக் கருவளர் நிலையில் வெளிச்சம், இருட்டு, ஆஸ்மாட்டிக் உள் ஆற்றல் ஆகியவை எவ்வித மாறுதலையும் உண்டுபண்ணுவதில்லையெனக் கருதப்படுகிறது. (3) உறுப்புத்தோன்றல் (Organogenesis) இந் நிலையில், கோளவடிவ கரு தொடர்ந்து வளர்ந்து வேர்நுனி, வித்திலை, தண்டுநுனி முதலிய உறுப்புகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. இக்கோள வடிவ கருவை ஆக்ஸின் அற்ற ஊடகத்தில் தொடர்ந்து வளர்த்து உறுப்பு வேறுபாட்டைத் தோற்றுவிப்பதற்குப் பதிலாக ஆக்ஸினைச் சேர்த்தால் அதன் வளர்ச்சியில் மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. அதிகமான வித்திலைகளை தோற்றுவிக்கலாம் அல்லது மறுபடியும் கேலஸ் திசுவைப் பெறலாம். முன்னைய நிலையில் குறிப்பிட்டதுபோலவே இப்பொழுதும் நைட்ரஜனைத் தவிர்த்தால் கோளவடிவ கருவின் வேர் மிகவும் நீண்டு வளர்கிறது. தண்டு நுனி, வித்திலைகள் வேறுபாடடைவதில்லை. (4) பருவமடையும் நிலை (Maturation) உறுப்புகள் வேறுபாடு அடைந்துள்ள கருக்கள் தொடர்ந்து வளர்ந்து, இளந்தண்டு இலைகள் தோன்றுகின்றன. ஆனல், ஆக்ஸினைச் சேர்த்தால், கரு பருவமடையாமல், பல புதிய கருக்களை வளரும் கருவின்மீது தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த நிலையைத்தான் படம் 36 அ, ஆ, இ-காட்டுகின்றன.

● சுருங்கக்கூறின், திசு வளர்ப்பிலுள்ள செல்களை முதலில் ஆக்ஸின் கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்த்து செல் தொகுப்புகள் உண்டு பண்ண வேண்டும். கேலஸில் செல் தொகுப்புகள் தோன்றியபின், அதிகமான நைட்ரஜனும் குறைவான ஆக்ஸினும் (அல்லது முழுமையாகத் தவிர்க்கலாம்) ஒழுங்கான வளர்ச்சிக்கு வழி வகுக்கின்றன. இவ்வாறின்றி, நைட்ரஜனின் அளவு குறைந்தால் வேர் நீண்டு, மற்ற உறுப்புகள் தோன்றாமல் நின்று விடுகின்றன. இவ்வளர்வூக்கிப் பொருள்கள் சமநிலையுடைய விதத்தில் உபயோகப்படுத்தப்படாமலிருந்தால் அதிகமான தண்டுகளோ அல்லது அதிக கேலஸ் திசுவோ ஏற்பட்டு விடுகின்றன. ஒழுங்கான வளர்ச்சியால் கோளவடிவக்கரு (படம் 35 இ), இருதய வடிவ(படம் 35ஈ), டார்பிடோ, வடிவக்கருவாக வளர்ந்து முதிர்ந்த நிலையை அடைகின்றது. இருட்டில் வளரும் கருவின் வித்திலைக்

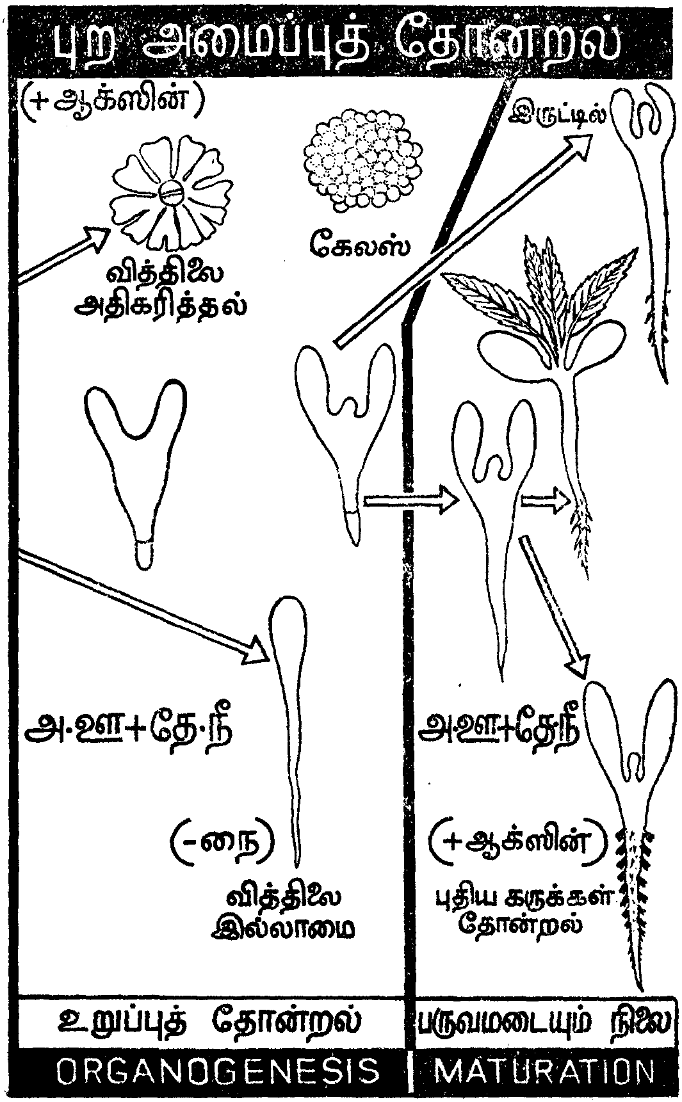
கீழ்த்தண்டு நீண்டும், வெளிச்சத்தில் வளர்வன விரிந்த தண்டுள்ளன வாகவும் தோற்றமளிக்கும்.



படம் 37 – அ

தனிசெல் வளர்ப்பில் புற அமைப்புத் தோன்றல்

எம்பிரையாய்டுகளின் தோற்றம் பற்றி பல குறிப்பீடுகள் இருந்தபோதிலும் ஒரு வித்திலைத் தாவரத்தினின்றும் அவை



படம் 37-ஆ

தனிசெல் வளர்ப்பில் புற அமைப்புத் தோன்றல்.

தோன்றியதாக அதிகச் செய்திகளில்லை. பார்லியில் கருவொத்த அமைப்புகள் இருப்பது தெரிந்ததே. அதில் சில தனிக்குணங்கள் இருப்பதால் பார்லியின் எம்பிரையாய்டுகள் பற்றி சிறிது காண்போம் (நார்ஸ்டாக், 1970). இயற்கையில் வாழும் இதன் கருக்களில் எப்பிபிளாஸ்ட் (epiblast) இல்லை; ஆனால் திசு வளர்ப்பில் இது தோன்றுகிறது. கைனடின் கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்க்கும் பொழுது எப்பிபிளாஸ்ட்டினின்றும் ஒரு சிறு குருத்து வளர்கிறது. இக்குருத்தினுள் சாற்றுத்திசு வேறுபாடடைகிறது. எப்பிபிளாஸ்ட்டில் அத்தகைய திசு இல்லை. இக்குருத்து வளர்ந்து தண்டு மெரிஸ்டத்தை மூடிக் கொள்கிறது. இம்மெரிஸ்டத்துடன் இலைகளும் காணப்படுகின்றன. பின்னர் வேர் நுனியும் தோன்றுகிறது. இருமுனைகளுடன் கூடிய இவ்வேறுபாடு எம்பிரையாய்டேயாகும்.

ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களில், குறிப்பாக கிராமினேயில் இவ்வகை குறிப்பீடுகள் இல்லை. மேலும் ஒரே சமயத்தில், பல இடங்களிலிருந்தும் எம்பிரையாய்டுகள் தோன்றும். ஆனால் பார்லியில் ஒரே ஒரு எம்பிரையாய்டு குறிப்பிட்ட இடத்திலிருந்து (எப்பிபிளாஸ்ட்) தோன்றுகிறது. அத்துடன் இவ்வேறுபாடடைய கைனடினைப் பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. பலவகைகளிலும் வேறுபட்ட பார்லியின் எம்பிரையாய்டு தோற்றத்தைப்பற்றி அறிதல் அவசியம்.

எம்பிரையாய்டு தோன்றுவதால் ஏற்படும் பயன்கள்

சைகோட்-கரு, தாய், தந்தை ஆகிய இருவரின் பாரம்பரிய குணங்களையும் கொண்டுள்ளது. விரும்பிய குணங்களைக் கொண்ட இரு தாவரங்களிடையே அயல் மகரந்தச் சேர்க்கையைச் செய்து அதனால் முட்டை அயல் கருவுற்று விரும்பிய ஒரு கருவை வளர்விக்கிறது எனக் கொள்வோம். இவ்வளவு முயற்சிகள் எடுத்துக் கொண்டும், எல்லா நிலையிலும் வெற்றியடைந்தாலும் கடைசியில் ஒரே ஒரு தாவரத்தை அக்கருவினின்றும் பெறுகிறோம். அக்கருவின் செல்லையோ, வளர்கிற தாவரத்தின் திசுவிலிருந்தோ கேலஸைத் தோற்றிவித்து அதில் எம்பிரையாய்டுகளைத் தோற்றுவித்தால் பல கருவொத்த அமைப்புகள் கிடைக்கின்றன. ஒரே விதமான பாரம்பரிய குணங்கள் படைத்த பல செடிகள் வளர்கின்றன. இவை தோட்டக்கலை நிபுணர்களுக்கும் (horticulturist) தாவர இனம் பெருக்கம் (plant breeding) செய்வோருக்கும் இது ஒரு வரப்பிரசாதமாகும். ஒரே முயற்சியில் ஒரே பாரம்பரிய குணதிசயங்கள் படைத்த பல செடிகளைப் பெற முடிகிறது. இதனால் திசு வளர்ப்பு என்ற கிளை, எல்லாப் பகுதியாளராலும் தங்கள் நலனுக்காகப் பயன்படுத்தக் கூடியது. இச்சந்ததிகளை ஒரு முறை மாத்திர

மின்றி தொடர்ந்து பெற்றுக்கொண்டே வரலாம். இது கரு தோன்றும் விதையிலாப் பெருக்கமாகும். பதியமிடுதல், ஒட்டுதல் முதலிய முறைகளில் தேர்ந்துள்ள நமது தோட்டக்கலை நிபுணர் களுக்கு எம்பிரையாய்டு முறையின் மூலம் தாய்த்தாவரத்தின் பாரம்பரியப் பண்புகள் யாவும் பெற்ற பல சேய்த் தாவரங்களை குறைந்த காலத்தில் எளிதாகப் பெறலாமென்று இன்னும் நம் நாட்டில் தெரியாது.

7-5. திசுவளர்ப்பும் சாற்றுத்திசு வேறுபாடடைதலும் (Tissue culture and Vascular Differentiation)

திசு வளர்ப்பிலுள்ள செல்களின் அமைப்பிலேயே பலவகை யுண்டு என ஆங்காங்கே கூறப்பட்டது. இச்செல் வேறுபாடுகள் தோன்றும் முறை ஒரு பிரச்சனையாக உள்ளது. ஒரே பாரம்பரியப் பண்புகளைக் கொண்ட செல்களில் எவ்வாறு வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன? செடியின் பல பாகங்களிலிருந்தும் பெறப்பட்ட ஒருதரப்பட்ட பேரன்கைமா செல்கள் கொண்ட கேலஸைப் பயன்படுத்தி வேறுபாடுகளை அறிவது ஒரு நல்ல வாய்ப்பாகும்.

செல்களில் உள்ளமைப்பிலேயும், அதன் அளவு, உருவம் போன்றவற்றிலும் பல வேறுபாடுகள் உள்ளன. இச் செல்கள் பகுப்படையும் பொழுது அவற்றின் செல் சுவர்கள் பல்வேறு கோணங்களில் தோன்றுகின்றன. பைசியா (Picea) என்ற ஊசியிலைத் தாவரத்தில், வேறெங்கும் காணாத வகையில் அதன் செல்களின் செயல்களுள்ளன. செல்சுவரின்வழியாக இழைகள் (அல்லது உட்கூறு) (strand), நார்த்திசு முதலியன வெளிவரு கின்றன. இவ்வாறான பலவகைப்பட்ட செல்களும் வளர்ந்து பகுப்படைந்து வேறுபாடுகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. சில திசுக் களில் வேறுபாடுகளே தோன்றுவதில்லையென்ற குறிப்புகள் பல உண்டு. இதற்குப் பலவித காரணங்கள் கூறப்படுகின்றன. சில கலப்புயிரிகளின் (hybrid) திசுக்களில் (உ-ம் தக்காளி) (டோயரிங், அஹுஜா ஆகியோர்; Doering and Ahuja, 1967), உறுப்பு வேறு பாடுகள் தோன்றுததற்கு, அத்திசுக்கள் சில முக்கியப் பொருள்களை உறிஞ்ச முடியாததே காரணமாயிருக்கலாம். இன்னும் சில வகைத் திசுக்களில், அவ்வேறுபாடுகள் நம் கண்ணுக்குத் தெரியாத அளவு இருக்கலாம். ஹால்ப்பெரின் குறிப்பிட்டது போல, முன்கரு வளர்ந்து நம்மால் அறுதியிட்டுக் கூற முடியா நிலையிலிருக்கலாம். மேலும், வேறுபாடுகள் தோன்றுமைக்குக் குரோமோசோம்களின் பண்புகளும் ஒரு காரணமாக இருக்கலாம். இச்செல்கள் பலமயத்தன்மை, அனுபிளாய்டி (aneuploidy) அல்லது குரோமோசோம்களின் பிறழ்ச்சி உள்ளனவாகவுமிருக்க லாம். வளர்ச்சியின் வேகம் குறைந்து எளிதில் தகர்ந்து விடாத

(decreased friability) பண்புகளைக் கொண்ட முதுமைக்கூர்வு (senescent) அடைந்த திசுக்களிலும் வேறுபாடுகள் தோன்றாமல் இருக்கலாம்.

செல்களில் காணப்படும் உள்வேறுபாடுகளைத் தவிர கேம்பியமும் சாற்றுத்திசுக்களும் வேறுபாடு அடைவது திசுவளர்ப்பிலுள்ள மற்றொரு வியப்பூட்டும் செயலாகும்.

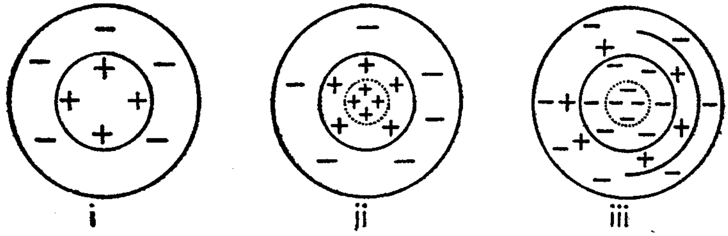
கேம்பியம் தோன்றுதல்

கேலஸ் திசுவில், சாற்றுத்திசுக்கள் திடீரென்று வேறுபாடடையலாம். இது ஒரு குறிப்பிட்ட நியதியில் நடைபெறுவதில்லை. சைலம் அல்லது ஃப்ளோயம் அல்லது இவ்விரண்டும் கொண்ட சில குறுகிய இழைகளாகவோ முடிச்சுகளாகவோ தோன்றலாம். இவ்விரண்டினிடையே கேம்பியம் இருக்குமென்ற நிச்சயமில்லை.

கேலஸ் திசுவில் கேம்பியம் தோன்றுவது இயற்கையில் வாழும் செடிகளில் தோன்றும் அதே அடிப்படையில் உள்ளது. (காதெரெ 1964). கார்க் கேம்பியம், சாற்றுத்திசு கேம்பியம் ஆகிய இரண்டுமே தோன்றுகின்றன. கேலஸ் திசுவின் விளிம்பில் கார்க் கேம்பியமும் பேரன்கைமா திசுக்களிடையே சாற்றுத்திசு கேம்பியமும் தோன்றுகின்றன. சாற்றுத்திசு கேம்பியத்திலிருந்து பெறப்படுகின்ற செல்வகைகள் அத்திசுவின் மரபு வழியைப் பொறுத்தும் (காதெரெ, 1966, ஜேகுவிட் Jacquiot, 1957), ஊடகத்தின் தன்மையைப் பொருத்தும் (வெட்மோரும் ரியரும், 1963) மாறுபடுகின்றன.

தனி செல்களிலிருந்து செல் தொகுப்புகள் ஏற்பட்ட பின்னர் நடுவிலுள்ள செல்கள் ஊடகத்துடன் நேர் தொடர்பற்று விடுகின்றன. இவ்விடங்களில் சைலம் வேறுபாடடையலாம். அக்குழாய்களுக்கு வெளிப்புறமாக கேம்பியமும் அதைத் தொடர்ந்து ஃப்ளோயமும் தோன்றக்கூடும். இவ்வாறுகத்தான் கேம்பியம் தோன்றுகிறதென்று அறுதியிட்டுக் கூறமுடியாது. கேம்பியம் தோன்றுமுறை பற்றி பல கருத்துகளுள்ளன. இளந்தண்டுகளில் ஒட்டுதல் செய்வதாலோ, காயங்கள் தோன்றுவதாலோ, அவற்றைத் தொடர்ந்து ஏற்படுகிற கேம்பியத்தின் தோன்றுமுறை பற்றி இரண்டு கருத்துகள் (theory) உள்ளன. இவற்றைக் கேலஸ் திசுவில் தோன்றும் கேம்பியத்திற்குப் பயன்படுத்த முடியாது. ஆனுல் வில்சனும் வில்சனும் (1961) கொடுத்துள்ள 'சரிவு வாட்டத் தூண்டுதல்' (Gradient induction), திசுக்களுக்கும் உபயோகப்படுத்தலாம். திசு வளர்ப்பின்போது செல்கள் வளர்ந்து, பகுப்படைந்து ஒரு செல் தொகுப்பாகிறது. இது வளர்ந்து குறிப்பிட்ட அளவை

யடைந்ததும் சைலம் தோன்றுகின்றது. இதைச் சுற்றிலும் கேம்பியமும், அதற்கு வெளிப்புறமாக ஃப்ளோயமும் தோன்றுகின்றன. இது, காதெரெ குறிப்பிட்ட, உட்புறத்தில் சைலத்தைக் கொண்ட செடியின் பாகத்திலிருந்து கேலஸ் திசுவில் சைலம் வேறுபடும் முறையாகும். இவ்விளக்கம் வில்சன் விளக்கியுள்ள சரிவு வாட்டத் தூண்டுதலை முழுமையாக ஒத்துள்ளது (படம் 38: i, ii). ஆனால்,



படம் 38

சாற்றுத்திசு வேறுபாடடையும் முறை.
வில்சனின் கருத்தும் காதெரெயின் குறிப்பும் ஒப்பிடுதல்.

காதெரெ கூறியதுபோல ஃப்ளோயம் செல்களுடன்கூடிய செல்களிலிருந்து கேலஸ் தோன்றியிருந்தால் ஃப்ளோயம் உட்புறமாகவும் சைலம் வெளிப்புறமாகவும் இருக்கும். இவரது விளக்கத்தை (படம் 3-ன்) இடது புறமாகக் காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது. வெளிப்புறமாக, சைலத்துக்கு வெளியிலும், சரிவு வாட்டமாக ஃப்ளோயம் தோன்றுகிறது. இந்த வெளிப்புறமான ஃப்ளோயம், சைலம் இவற்றிற்கிடையே புதிய கேம்பியம் தோன்றும். இவ்விரண்டு கேம்பியங்களும் சைலத்தையும் ஃப்ளோயத்தையும் மாறுபட்ட அமைவு நிலைகளில் கொண்டிருக்கின்றன. இவற்றுள் உள் கேம்பியம் சீக்கிரமாக மறைந்து, மற்றது நிலைத்தது என்று காதெரெ கூறியது (படம் 38: (iii) இடது பாதி), வில்சன் கூறும் கருத்துடன் (படம் 38: (iii) வலது பாதி) ஒத்துள்ளது. கேம்பியம் தோன்றுவதில், பரஸ்பர, செல் அமுக்கத்தின் பங்குபற்றி பிரௌனும் சாக்ஸ்ஸும் (Brown and Sax, 1962) பரிசோதனை மூலம் காட்டியுள்ளனர்.

சாற்றுக்குழாய்த் தோற்றமும் அவற்றின் அமைப்பும்

செடியின் பாகங்களை திசுவளர்ப்பின் கீழ் கொண்டுவரும்பொழுது சாற்றுக் குழாய்கள் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன? முன்னதாகவே சாற்றுக் குழாய்கள் வேறுபாடடைந்துள்ள பாகத்தை திசு வளர்ப்புச் செய்யும்பொழுது, அதிலுள்ள அமைப்பிலேயே (pattern) தான் புதியதாக வளரும் பாகத்திலும் சாற்றுக் குழாய்கள் தோன்றும். அதாவது, முன்பே நிர்ணயிக்கப்பட்ட

அமைப்பையே புதிய திசுவும் பின்பற்றுகிறது. ஆனால், கருவின் வேரிலோ, அல்லது தண்டிலோ புதிய ஆக்குத்திசு தோன்றினால், அங்கு சாற்றுக்குழாய்கள் எவ்வாறு தோன்றுகின்றனவென்ற விளக்கம் இல்லை. டோரி (1951, 1954, 1955, 1957); தனது தொடர்ந்த ஆராய்ச்சியின் பயனாக, புதியதொரு விளக்கம் கொடுத்துள்ளார். பட்டாணியின், சாற்றுக் குழாய்கள் வேறுபாடடையாத, சிறிய வளரும் வேர்நுனியை வெட்டியெடுத்து ஊடகத்தில் வளர்த்தார். இது வளர்ந்து, சைலம் ஒன்று அல்லது இரண்டு வளைவுகளில் (monarch or diarch) வேறுபாடடைந்தன. இயற்கையில் வளரும் வேர்களில் மூன்று வளைவு (triarch) அமைப்பு காணப்படுகிறது. வளைவுகளிலுள்ள எண்ணிக்கையின் வித்தியாசம், வேரை வெட்டியெடுத்தபொழுது ஏற்பட்ட காயத்தாலும் இருக்கலாம். இதே வேர், திசு வளர்ப்பில் தொடர்ந்து இருந்தால் மூன்று வளைவு அமைப்பைப் பெற்றுவிடுகிறது. அதே சமயத்தில், மற்றொரு உண்மையும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது: திசு வளர்ப்பிலுள்ள, சாற்றுக்குழாய்கள் வேறுபாடடைந்துள்ள வேரின் நுனியை வெட்டியெடுத்து விடவேண்டும். அதன்பின், வெட்டப்பட்ட வேரில் தோன்றும் ஆக்கத்திசுவினின்றும் வேறுபாடடையும் சைலம் முற்றிலும் மாறுபட்ட அமைப்பைக் கொண்டிருக்கலாம். இப்புதிய ஆக்கத்திசுவை IAA உள்ள ஊடகத்தில் வளர்த்தால் ஆறுமுனை (அல்லது வளைவு) கொண்ட அமைப்பு (hexarch) தோன்றுகிறது. ஆக்ஸினை விலக்கியபின்னர் தோன்றும் சைலம் மூன்று வளைவு அமைப்பைப் பின்பற்றுகிறது.

எனவே, ஆக்கு திசுதான் சாற்றுக்குழாய் திசு அமைப்பை நிர்ணயிக்கிறது.

வைட் (1943) கூறியதைப் போலவே, கேலஸ் வளர்ப்பில், குறுக்கு வளர்ச்சி தோன்றுவதில்லை. இங்குமங்குமாக ஓரளவு கேம்பியத்தின் செயலிருக்கலாம். ஆனால், இது ஒழுங்கான வரையறுக்கப்பட்ட முறையில் நடைபெறுவதில்லை. வேரின் நுனியை, IAA கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்த்தால், வேர் வளர்ந்து சாற்றுக் குழாய்க் கேம்பியம் தோன்றுகிறது. ஆனால், ஊடகத்திலேயே வளர்கின்ற வேரின் நுனியை வெட்டியெடுத்து வளர்த்தால் சாற்றுக்குழாய்க் கேம்பியம் தோன்றுவதில்லை. இதிலிருந்து மற்றோர் உண்மையும் வெளியாகிறது தண்டுத் தொகுப்பிலிருந்து ஏதோ ஒரு சில பொருள்களோ, காரணிகளோ வேர் ஆக்குத் திசுவிற்குச் செல்கின்றன. அவையே சாற்றுக்குழாய் கேம்பியம் தோன்றுவதற்கு வேண்டிய தூண்டுதலை அளிக்கின்றன. டோரியின் இக்கருத்தை ஃப்ரைஸ் (Fries, 1954) ஆதரிக்கிறார்.

தனித்தெடுக்கப்பட்ட தக்காளி வேர்களில் சாற்றுக்குழாய்த் திசுக் கேம்பியம் தோன்ற, அவ்வேர்களை இரு வாரங்களாவது தொடர்ந்து ஊடகத்தில் வளர்த்தல் வேண்டும். ஆயினும் இக்கேம்பியம் தொடர்ந்து செயலாற்றும் தன்மையற்றது. மிசோ-இனோசிட்டால் சேர்த்த ஊடகத்தில் வளரும் கேம்பியம் அதிக நாள் செயலாற்றும். இயற்கையாக வேர்களில் காணப்படுமளவு செகண்டரி திசுக்களுடன் இவ்வேர்கள் ஊடகத்தில் இருப்பதில்லை (சின்ஹாவும் புட்ச்சரும்; Sinha and Butcher, 1971).

கேம்பியம் தோன்றுவது வளர்ஊக்கிப் பொருள்கள் ஊடகத்தில் இருப்பதை மாத்திரம் பொறுத்தது அல்ல. இப்பொருள்கள் எவ்வாறு வேர் தொகுப்பில் பகிர்ந்தளிக்கப்பட்டுள்ளன என்பதையும் பொருத்தது. தக்காளி வேரைப் பிரித்தெடுத்து, இன்டோல்-3 அசெட்டே நைட்ரைஸ் (IAN) கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்த்தால், நுனி ஆக்குத் திசுவில் செல் பகுப்புகள் தடுக்கப்படுகின்றன: பக்கக்கிளைகள் தோன்றுகின்றன; செல்கள் பெரிதாவது தடுக்கப் படுவதில்லை, பெரி சைகிலில் (peri cycle) செல்கள் பகுப்படைந்து ஸ்டீல் (stele) பகுதியில் செல்கள் அதிகமாகவும் அவற்றில் சில செல்கள் பின்தோன்றுகிற செகண்டரி (secondary) சைலமாகவும் ஆகின்றன. IAA-வின் பணி இதற்கு நேர்மாறாகவுள்ளது. இது நுனி ஆக்குத்திசுவின் பகுப்பைத் தடுப்பதில்லை. பக்கக்கிளைப் பிரைமார்டியங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆனால் செல் பெரிதாவதையும் பெரிசைகிலில் செல்கள் பகுப்படைவதையும் தடுக்கின்றன. எனவே, வெவ்வேறு பொருள்களும் எவ்வாறு பகிர்ந்தளிக்கப்படுகின்றன என்பதைப் பொறுத்து பலவிதமான அமைப்புகள் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன.

சாற்றுக்குழாய்த் திசு வேறுபாடடைதலும் உணவு ஊட்டமும்

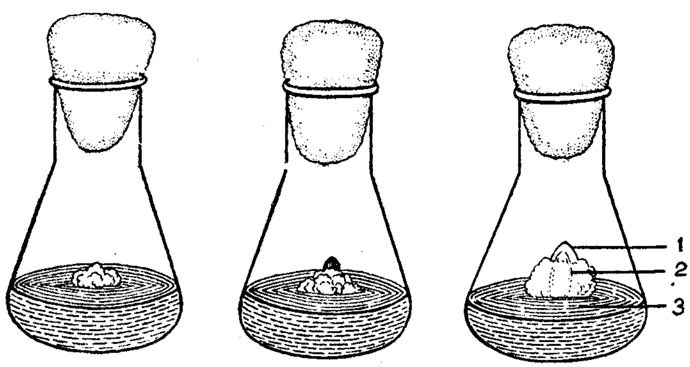
கேலஸ் திசுவில் சாற்றுக்குழாய் வேறுபாடுகள் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன என்று பார்ப்போம். இது பலவித காரணிகளால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது; கேலஸ் எவ்வளவு காலமாக திசு வளர்ப்பிலுள்ளது, ஊடகத்தின் தன்மையென்ன, திசு வளர்ப்பைத் தோற்றுவித்த பொழுது தாவரத்தின் அப்பாகம் என்ன வளர்ச்சி நிலையில் (growth activity) இருந்தது. அதைத் தோற்றுவித்த பருவகாலமென்ன என்ற பல்வேறு அம்சங்களைப் பொறுத்தது.

கேலஸ் செல்கள் வேகமாக வளர்நிலையிலுள்ள போது, வாக்குவோல்கள் (தொய்புழை) கொண்ட பேரன்கைமா செல்களும் இங்குமங்குமாகச் சில சிறிய ஆக்குத் திசுச் செல் தொகுதிகளும் காணப்படுகின்றன, நீண்ட காலம் திசு வளர்ப்பிலிருந்தால்

சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்கள் நன்கு வேறுபாடடைகின்றன. இவை, சில தனித்த செல்களாகவும், ஒழுங்காக வரையறுக்கப்பட்ட சாற்றுக் குழாய்க் கற்றைகளாகவும் தோன்றுகின்றன. சில சமயங் களில், கேம்பியம் போன்ற அமைப்புகளைப் பெற்று சைலத்தை ஒரு புறமும் ஃப்ளோயத்தை மற்றொரு புறமும் தோற்று விக்கின்றன.

கேலஸ் திசு வளர்ப்பில், காரணிகளை நம் விருப்பம் போல கட்டுப்படுத்தி, சாற்றுக்குழாய்க் கற்றையை உண்டு பண்ண முடியுமா? அக்காரணிகள் யாவை? தோன்றும் ஒரு அமைப்பினை இக்கட்டுப்பாட்டால் திரும்பவும் தோற்றுவிக்க முடியுமா? இப் பிரச்னைகளைத் தீர்க்க உணவூட்ட முறையைத்தான் நாம் ஆராய்ந்து பார்க்க வேண்டும்.

கேலஸ் திசுவில் மொட்டுகள் தோன்றினுலோ, அல்லது கேலஸ் திசுவின் மீது மொட்டுகளை ஒட்டு வைத்தாலோ அடிநிலையிலுள்ள திசுக்களில் சாற்றுக்குழாய்கள் தோன்றுகின்றன. கேமஸ் (Camus, 1949) சிக்கோரியம் (Cichorium) மொட்டுகளை கேலஸ் திசுவின்மீது ஒட்டுச் செய்தார். மொட்டின் கீழிலிருந்து சாற்றுக்குழாய்கள் திசு வழியாகத் தோன்றி ஊடகத்தை அடைகின்றன. (படம் 39)



படம் 39

கேலஸின்மீதுள்ள மொட்டுகளில் சாற்றுக்குழாய் வேறுபாடடைதல்.

முன்னமேயே சாற்றுக்குழாய்கள் வேறுபாடடைந்துள்ள கேலஸின் மீது மொட்டுகளை ஒட்டவைத்தால், புதிதாகத் தோன்றும் சாற்றுக்குழாய்கள் அவற்றுடன் தொடர்பு வைத்துக்கொள்ளும். இவ்வாறு, முன்பே தோன்றிய சாற்றுக்குழாய்களுடன் தொடர்பு கொள்ளமுடியாதபடி செலோஃபேன் தாள் (cellophane paper) கொண்டு தடுத்தால், மொட்டினின்றும் வெளிப்படும் பரவும்

(diffusable) பொருள்களின் வழியிலேயே புதிய சாற்றுக்குழாய் களின் வளர்ச்சிப் போக்குகள் உள்ளன.

இதைப் போலவே, சிரிங்கா வல்காரிஸ் (Syringa vulgaris) திசுவிலும் ஒரு சோதனை நடத்தப்பட்டது. ஒரே மாதிரியான பேரன்கைமா செல்களைக்கொண்ட கேலஸின்மீது அதே இனத்தைச் சேர்ந்த மொட்டு ஒட்டுச் செய்யப்பட்டது. ஒட்டுச் செய்யும் இடத்தில் ஆக்ஸின் அல்லது இளநீரைச் செலுத்தினர். மொட்டு ஒட்டு வைக்கப்பட்ட இடத்திற்குக் கீழே, கேலஸ் திசுவில், வேகமான செல் பகுப்புகள் நடந்தன. இவை தொடர்பு உடைய சாற்றுக்குழாய் செல்களாக வேறுபாடடைந்தன. ஆனால் ஃப்ளோயம் செல்களைப் பற்றிய விவரமில்லை. பலரின் ஆராய்ச்சி முடிவுகளிலும் ஃப்ளோயம்பற்றிய விவரமில்லாதது அச்செல்கள் வேறுபாடடைவதில்லையா அல்லது சாற்றுக்குழாய்களைப் போல சுலபமாக அவற்றை கண்டறிய முடியவில்லையா எனத் தெரிய வில்லை.

சாற்றுத்திசு தோன்றலில் ஆக்ஸின், கைனின், சர்க்கரை ஆகியவற்றின் செயல்கள் பற்றி விரிவாகக் கூறப்பட்டுள்ளன. ஸ்ட்ருக்மேயரின் குழு (Struckmeyer, Hildebrandt and Riker, 1949) கூறியுள்ளதுபோலவே, ஆக்ஸின் சாற்றுக்குழாய் வேறுபாடுடன் தொடர்புள்ளது. அதிக ஆக்ஸின் செறிவில் அதிக செல்பகுப்புகள் மாத்திரமே நடைபெறும். குறைந்த செறிவு அல்லது முற்றிலும் ஆக்ஸின் விலக்கப்பட்ட ஊடகத்தில் சாற்றுக்குழாய் வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. ஆக்ஸின் செயல்பற்றி, லைனம், தக்காளி ஆகியவற்றின் திசுக்களிலும் கண்டுள்ளனர். ஜேகப்ஸ் குழுவினர் (ஜேகப்ஸ், 1952, 1957; ஜேகப்ஸ‍ும் மோரோவும், 1957) கோலியஸ் (Coleus) செடியைப் பயன்படுத்தி, டிரேக்கியா (trachea) செல்கள் வேறுபாடடைவதற்கும் IAA-யின் செறிவிற்கும் உள்ள உறவை, வளரும் பாகத்திலும், காயத்திற்குப் பின் மீள்வாழ்வு பெறுகின்ற (wound regeneration) பாகங்களிலும் குறிப்பிட்டுள்ளனர். பின்னர், இதேபோன்ற செயலை, ஃப்ளோயட் செல்களிலும் கண்டுள்ளனர். (லா மோட்டேயும் ஜேகப்ஸ‍ும், 1963). வளரும் இலைகளிலுள்ள ஆக்ஸின்தான் சைலம் தோன்றலை கட்டுப்படுத்தும் காரணியென மீள்வாழ்வு பெறுதலில் கண்டறியப் பட்டுள்ளது.

ஒரே மாதிரியான செல்கள் கொண்ட திசுவில் முளைத்தலின் போக்கில், ஆக்ஸின் உட்பட எப்பொருளும் தலையிட முடிவதில்லை. எனவே ஆக்ஸின் போன்ற பொருள்களெல்லாம் கலந்தூடுபரவல் முறையில் பரவுகின்றன. இதே போன்றே, குறைந்த செறிவில்,

NAA அல்லது சுக்ரோஸ் செல்ல இயலும் என்று வெட்மோரும் ரியரும் (1963) காட்டியுள்ளனர்.

சில சமயங்களில், கேம்பியத்திற்கும், ஃப்ளோயத்திற்கும் தொடர்பின்றி, தனியான டிரேகீடுகள் நிறையத் தோன்றுவதுண்டு. கைனடின் அதிகரிப்பதாலேயே இவ்வகை வேறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன என்பது பெர்க்மென்னின் (Bergmann, 1964) கருத்தாகும். லேனம் கேலஸ் திசுவிலும் சைலம் செல்கள் தோன்றுகின்றன. ஊடகத்துடன் NAA மாத்திரம் சேர்க்கும் பொழுது உள்ளமைப்பு ஒருவிதமாக உள்ளது. அத்துடன் கைனடினும் சேர்த்தால் சைலம் வேறுபாட்டைத் தவிர்க்கிறது இவ்வாறு கைனடினின் செயல்பற்றி மாறுபட்ட கருத்துகள் உள்ளன. கைனடின் லிக்னின் சேர்முறையை மிகவும் ஊக்குவிக்கிறது. இதனால் செல் சுவரிலுள்ள மற்ற பொருள்கள் குறைகின்றன. வளர்சிதை மாற்றத்தை பெண்டோஸ் பாஸ்ஃபேட் (pentose phosphate) வழிக்கு மாற்றி விடுகிறது. இம்மாற்றத்தினால் லிக்னின் உருவாகத் தேவையான ஃபீனைல் புரோபேன் முன்னோடிகள் ஊக்கமாகத் தோன்றுகின்றன. இது போன்ற முடிவை ஜென்சனும் (1955) விஸியா ஃபேபா (Vicia faba) வேர்களில் கண்டார். எனினும், ஃபோஸ்கெட்டும் மிக்ஷேயும் (Fosket and Miksche, 1966), லிக்னின் முன்னோடி பற்றிய கருத்துக்கு ஆதரவளிக்கவில்லை. ஆக்ஸின், சைட்டோகைனின் ஆகியவை, சாற்றுக்குழாய் வேறுபாடடைவதில் முக்கிய செயலாற்றுகின்றனவென டோரி குழுவினர் கண்டனர். (ஃபோஸ்கெட்டும் டோரியும், 1969; டோரியும் ஃபோஸ்கெட்டும், 1970). சோயாபீன்ஸ், பட்டாணிவேர், புகையிலைத்தண்டு ஆகியவற்றிலிருந்து பெற்ற கேலஸ், ஆக்ஸினையும் சைட்டோகைனினையும் உபயோகப்படுத்திச் சாற்றுக்குழாய்களை வேறுபாடடையச் செய்கின்றன. ஆனால் சாற்றுக்குழாய் வேறுபாடடைவதில் சைட்டோகைனின் தேவை என்பது திசுவளர்ப்புத் தவிர வேறெங்கும் காணப்படவில்லை. பட்டாணி வேர் திசுவின் செல்கள் சைட்டோகைனினால் தூண்டப்பட்டு, செல்பகுப்பு அடையுமுன் DNA தொகுப்படைகிறது. செல் பகுப்புகள் நடந்து 5 முதல் 7 நாட்களுக்குப்பின் சாற்றுக்குழாய்கள் தோன்றுகின்றன. (டோரியும் ஃபோஸ்கெட்டும், 1970). இவ்வாராய்ச்சி முடிவுகள், சாற்றுத்திசு நுனி ஆக்குதிசுவிலிருந்து கீழ்நோக்கி தோன்றுகின்றதென்ற கருத்தை ஆதரிப்பது போலுள்ளது.

சைலம் திசுக்களை வேறுபாடடையச் செய்வதில் சுக்ரோஸும் ஆக்ஸினைப் போலவே முக்கியமானது; குக்கூமிஸ் (cucumis)

கேலஸ் திசுவளர்ப்பில், சுக்ரோஸின் செறிவு, சைலம் திசு வேறு பாட்டின் அளவை நிர்ணயிப்பதோடு, சைலத்தின் வகையையும், சைலம்-ஃப்ளோயம் விகிதத்தையும் நிர்ணயிக்கிறது. (ஃபாடியா, மெஹ்தா ஆகியோர், Fadia and Metha, 1971)

ஆக்ஸினைக் குறிப்பிட்ட செறிவில் வைத்துக் கொண்டு சர்க்கரையின் செறிவை மாற்றினால் குறைந்த செறிவில் சைலமும், அதிகச்செறிவில் ஃப்ளோயமும், 2.5—3.5% செறிவில் இவ்விரண்டு திசுக்களுமே தோன்றுகின்றன. பெரும்பாலும் கேம்பியமும் காணப் படுகின்றன. செகொயாவில் சாற்றுக்குழாய் கற்றைகளை மானோ சேகரைடும் (monosaccharide), டைசேகரைடும் (disaccharide) நன்கு ஏற்படுத்த முடியும்.

ஆக்ஸின், கைனடின், சுக்ரோஸ் மற்றுமின்றி, அனங்ககக் கூட்டுப்பொருள்களும் முக்கிய செயலாற்றுகின்றன (லியானும் கார்சியாவும், 1944; சோரோக்கினும் சொம்மரும், 1940). குறைந்த செறிவில் கால்சியம் உபயோகப்படுத்தினால் லிக்னின் அதிகமாகத் தோன்றுகிறது (லிப்பெட்ஸ், 1962). வெவ்வேறு செறிவில் இவ்வேதிப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தித் திசு வேறு பாட்டைத் தோற்றுவிக்கலாம். வேறுபட்ட செறிவில் ஒவ்வொரு பொருளும் ஒரு வகையான வேறுபாட்டைத் தோற்றுவிக்கிறது. இக்கட்டுப்பாடு, புறத்தேயுள்ள அங்கக வளர்ச்சி யூக்கிக்காரணி கள், அனங்ககப் பொருள்கள், அதன் செறிவு ஆகியவற்றைப் பொறுத்துள்ளன.

செல் பகுப்பும் வேறுபாடடைதலும்

வெட்மோர் குழுவினர் விவாதத்திற்கிடமான முடிவுகளை வெளியிட்டுள்ளனர். அவர்களின் கருத்துப்படி, செல் நீட்சி இருக் கிறதோ இல்லையோ, முன்கேம்பியம் தோன்றுகிறதோ இல்லையோ உயிர்வேதிப் பொருள்கள் தேவையான செறிவிலிருந்தால் சாற்றுக் குழாய்கள் வேறுபாடடைகின்றன. இது, பெரும்பாலும் நாம் இயற்கையில் காணும் தாவர, விலங்கு செல் பற்றிய கருத்துகளுக்கு மாறாக உள்ளது. அண்மையில் ஷினிங்கர் (Shininger, 1969) ஒரு சோதனையின் மூலம் வெட்மோரின் கருத்துக்கு மாறான முடிவைக் காட்டியுள்ளனர். சேந்தியத்தின் (Xanthium) தண்டு நுனியை வெட்டிவிட்டு, NAA அளித்தால் செகண்டரி சைலம் தோன்று கிறது. ஆனால் ஆக்ஸினைக் காலந்தாழ்த்தி அளித்தால், எச்செறி விலும், கேம்பியத்தினின்று சாற்றுக்குழாய் வேறுபாடு தோன்று வதில்லை. மற்றொரு உதாரணத்தையும், வெட்மோருக்கு எதிராகச் சுட்டிக் காட்டலாம். ஹால்ப்பெரின் வளர்த்த கேரட் செல்

வளர்ப்பில், ஒரே ஊட்டச் சத்தளிக்கப்பட்டு முன்கருபோன்ற செல்களிருந்த வளர்ப்பில் சாற்றுக் குழாய்கள் தோன்றவில்லை. ஆனால் அத்தகைய செல்கள் இல்லாதவற்றில் சாற்றுக்குழாய் வேறுபாடுகள் தோன்றின. சுருங்கக்கூறின், கேம்பியத்தின் முக்கியத்துவத்தை வெட்மோர் ஏற்கவில்லை.

7-6. உறுப்புத் தோன்றல் (Organogenesis)

செடிகள், காயமடைந்த அல்லது வெட்டப்பட்ட பாகங்களில் மீள்வாழ்வு தோன்றுதல் (regeneration) எவ்வாறு நடைபெறுகின்றது என்பதை, வேதிப் பொருள்கள் செல்லும் சரிவு வாட்ட முறைகொண்டு விளக்க முயற்சிக்கின்றனர். வளர்வூக்கிப் பொருள்களும் ஊட்டச்சத்துகளும் அடிப்படையாகக் கொள்ளப் பட்ட பல தற்காலிகப் பொதுவிளக்கக் கோட்பாடுகளை டோரே (Dore, 1965) தொகுத்து ஆய்ந்துள்ளார். இப்பொருள்கள், ஒரு பாகத்திலிருந்து மற்றொரு பாகத்திற்குச் செல்லும் இடைவெளி அதிகமுள்ளதால் உறுப்புத் தோன்றலை இவை எவ்வாறு கட்டுப் படுத்துகின்றன என்று கூறுவது அவ்வளவு சுலபமில்லை. எனவே தான், கேலஸ் திசுக்களில் உறுப்புத் தோன்றலைப்பற்றி அறிய பல சோதனைக் கூடங்களில் ஆராய்ச்சி நடைபெறுகிறது. இதில் ஸ்கூக் குழுவினரின் தனி செல் வளர்ப்பும் உறுப்புத் தோன்றலும் குறிப் பிடப்பட வேண்டிய தொன்றாகும்.

திசுக்களை ஊடகத்தில் வளர்க்கும்பொழுது தண்டுகள், வேர் கள் போன்ற உறுப்புகள் தோன்றுவதுபற்றி ஆங்காங்கு குறிப் பிட்டுள்ளோம். எவ்வாறு சாற்றுக்குழாய்த்திசு வேறுபாடடை கிறது என்றும் ஆராயப்படுகிறது. புற அமைப்புத் தோன்றலிய லர்களின் கண்ணோட்டம், தோன்றியுள்ள உறுப்புகள் எவ்வகை யானது, எவ்வளவு என்று அறிவதிலுள்ளது. மேலும் ஆக்ஸின் செறிவு அதிகரித்தால் அதிக வேர்கள் எப்படி உண்டாகின்றன; ஆக்ஸின் குறைந்தாலோ, தவிர்க்கப்பட்டாலோ எவ்வாறு தண்டு கள் தோன்றுகின்றன என்றறிய ஆவலுள்ளவர்களாயுள்ளனர். கேலஸை நிலைநிறுத்தியபின் உறுப்புகள் தோன்றும்வரை செல்லி யலில் ஏற்படுகின்ற மாறுதல்கள் யாவை, அவை எவ்வாறு ஏற்படு கின்றன என்று தெரியாத நிலையிலுள்ளோம். உறுப்புகளின் பிரைமார்டியங்களை, விரும்பியபொழுது வேண்டிய இடத்தில் தோற்றுவிக்க முடிவதில்லை. மேலும் அவ்வுறுப்புகள் தோன்றும் பொழுது அவற்றைப் பிரித்தெடுத்து, உயிரிவேதியியல், நுட்பமான நுண் அமைப்பு (ultra structure) முதலியவைபற்றி தொடர்ந்து வருகின்ற முன்னேற்ற நிலைகளை ஆராய முடியாத நிலையி லுள்ளோம்.

செல்லின் உள்மட்டத்தில் (intracellular level), உறுப்புத் தோன்றலின் காரணிகளை ஆராய, யூமெரிஸ்ட (eumeristem) செல்களின் வளர்சிதைமாற்றம்பற்றித் தெரியவேண்டும். திசு வளர்ப்பில், யூமெரிஸ்டம் போன்ற வளர்ச்சி தோன்றுமுன், பேரன்கைமா செல்களில் வளர்சிதை மாற்றத்தில் இயல்பு மாற்றம் ஏற்பட்டு செல் பகுப்படையும் நிலையை அடைகின்றன. செல் பகுப்புகளும் செல்களின் அளவும், சிறுகச்சிறுக மாறுபட்டு, கடைசியில் செல்களின் அளவு சிறிதாக மாறி யூமெரிஸ்ட நிலையை அடைகிறது (ஸ்டெப்பின்ஸ், 1965). இவ்வாறு யூமெரிஸ்ட நிலையையடையும் செல்கள் எவையென்று முன்னதாகவே அறுதியிட்டுக் கூறக்கூடிய பண்பு இயல்புகள் தெரியாததினால் அச்செல்களின் நடவடிக்கைகளைக் கூர்ந்து கவனிக்க முடிவதில்லை.

ஆனால் சாற்றுக்குழாய்க் கற்றைகளாக மாறும் செல்களுக்கும் உறுப்பு பிரைமார்டியங்களாக மாறும் செல்களுக்கும் இடையேயான செல்லியல் முறைகளிலே வேறுபாடுகளுள்ளன. பழக்கப்படுத்தப்பட்டுள்ள (habituated) அல்லது முதுமைக் கூர்வுள்ள திசுக்களிடையே உறுப்புகள் தோன்றுவதில்லை; சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்கள் மாத்திரம்தான் வேறுபாடடைகின்றன. இவ்வேறுபாடு, கேம்பியத்தைச் சார்ந்தோ, வேறுபாடடையாத பேரன்கைமா செல்களிலிருந்தோ தோன்றக்கூடும். புகையிலையின் கேலஸில், கிப்பெரிலின் உறுப்புத் தோன்றலைத் தடுக்கிறதே ஒழிய சாற்றுக் குழாய்த்திசு தோன்றலைப் பாதிப்பதில்லை (முராஷிகே, 1964). உறுப்புப்பிரைமார்டியம் தோன்றுவதைத் தடுத்து, அச்செல்களையும் சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்களாக மாற்ற கிப்பெரிலின் ஊக்குவிப்பதாலேயே அவ்வகைச் செல்கள் அதிகமாக உள்ளன போலும். கிப்பெரிலினின் மாறுபட்டநிலை பல சோதனைகளிலிருந்து தெரிகின்றன. உச்சிக்கரணைகளிலும் (crown gall) இத்தத்துவமே உள்ளதெனக் கருதப்படுகிறது. மொட்டுப் பிரைமார்டியம் தோன்றுவதற்குத் தேவையான தரசத்தை கிப்பெரிலின் சிதைத்து விடுகிறது. அதனால் மொட்டு பிரைமார்டியம் தோன்றுவது தடுக்கப்படுகிறது. கிப்பெரிலின் அளிக்குமுன்னரே தோன்ற ஆரம்பித்துள்ள பிரைமாடியங்களை அது பாதிப்பதில்லை. எனவே, கிப்பெரிலின் ஆரம்பநிலையைத்தான் பாதிக்கிறதெனத் தெரிகிறது. சுருங்கக்கூறின், உறுப்புத் தோன்றலின் முதற்படியை நன்கு ஆராய கிப்பெரிலின் ஒரு நல்ல சாதனமாகும்.

தோன்றும் பிரைமார்டியம் என்ன உறுப்பாக வளர்ச்சியடையும் என்று கூறமுடியாது. அது மொட்டாகவோ வேராகவோ வேறுபாடடையலாம். எவ்வாறு உறுப்புகள் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன?

பெரணிகளிலும் பூவினங்களிலும் புற அமைப்புத் தோன்றலானது மிக எளிதில் உருமாறுந்தன்மையது. பெரணிகளின் இலை பிரை மார்டியத்தை அறுவை முறைகளால் (surgical method) மொட்டு களாக மாற்றியதற்கு உதாரணங்களுண்டு. ஆனால் பூவினத்தில் இம்முறையில் வெற்றி காண முடியவில்லை. எனினும் வரையறை யற்ற பிரைமார்டியத்தில் மாற்றங்களைத் தோற்றுவிக்கலாம். சில சமயங்களில், அரும்புகள் தோன்றியுள்ள மஞ்சரியின் தண்டு தொடர்ந்து வளர்ந்து இலைகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன. ஆயினும் வரையறையற்ற பிரைமார்டியத்திலிருந்து உறுப்புத் தோன்றுவது எப்படி என்று விளக்கவேண்டும். திசுக்களிலிருந்து உறுப்புத் தோன்றல் இருநிலைகளில் நடைபெறுகின்றது; பொதுத் தன்மை யான பிரைமார்டியம் தோன்றுதல், உறுப்புவகை நிர்ணயிக்கப் படுதல்.

மேற்கூறிய கருத்துகள் **கன்வால்வுலஸ்** (Convolvulus), **நிம்ஃப்பயா** (Nymphaea) ஆகிய தாவரங்களில் நடந்த ஆராய்ச்சி யினால் வெளிப்படுகின்றன. பிரைமார்டியங்கள் தோன்றுவதும், உறுப்புகள் நிர்ணயிக்கப்படுவதும், அளவில் வேறுபட்டும், பண்பில் ஒன்றாகவுள்ள வேதியியற் காரணிகளால்தான். இதே மாதிரி யான முடிவுகளை, புகையிலை திசு வளர்ப்பிலும் காணப்படுகிறது (ஸ்கூக்கும் மில்லரும், 1957). இதில், செல் பகுப்புகளைத் தூண்டு தலும், பகுப்புகளை நடைபெறச் செய்தலும், அதே சமயத்தில் பிரைமார்டியங்கள் தோன்றுதல், உறுப்புகள் நிர்ணயிக்கப்படுதல் ஆகியவைகளும், IAA, சைட்டோகைனின்களினால்தான் எனத் தெரிகிறது. இந்த ஆக்ஸின்கள், பாஸ்ஃபேட்டுடனும் மற்ற பொருள்களுடனும், முக்கியமாக ஃபீனலிக் கூட்டுப்பொருள் களுடன் (phenolic compound) சேர்ந்து செயலாற்றுகின்றன. சைட்டோ கைனின்களுக்கும் மொட்டுகள் தோன்றுவதற்கும் இடையேயான உறவை, புகையிலைக் கேலஸில் அறிந்தபின் வேறு பல உயர்வகை, கீழ்வகைத் தாவரங்களிலும் கண்டறியப்பட் டுள்ளன. 4-, 2-ஹைட்ராக்ஸில் பொருள்களும் மொட்டுகள் அதிகம் தோன்ற வைக்கச் சிறந்ததாகும். 2-ஹைட்ராக்ஸி ஃபீனைல் அசெடிக அமிலம் (2-hydroxy phenyl acetic acid) வெவ்வேறு செறிவில் கேலஸ் வளர்ச்சியையும் மொட்டுகள் தோன்றலையும் செய்கின்றன.

கைனடினும் மற்ற சைட்டோ கைனின்களும் அவசியமென்று கருதியதால் அடினைனின் முக்கியத்துவம் புறக்கணிக்கப்பட்டது. இதை சைட்டோ கைனின்களின் முன்னோடியெனக்கூறி அத்துடன் விட்டுவிட்டனர். ஆனால் பிளம்பேகோ இன்டிகாவிலும் (Plumbage

indica) நிக்கோடியானா டபாக்கம் ஆகியவற்றிலும் கைனடின் சேர்த்தபின்னும், அடினைன் இல்லாவிட்டால் மொட்டுகள் தோன்றுவதில்லை. எனவே, அடினைனிற்கும் சைட்டோ கைனினிற்கும் இடையேயான கூட்டுச் செயலாற்றலை நிரூபித்துக் காட்டி (நிட்ச், நிட்ச், ரோஸ்ஸினி, பியு டங் ஹா; Nitsch, Nitsch, Rossini and Bui Dang Ha, 1967) உள்ளனர்.

சுருங்கக்கூறின், உறுப்புகள் தோன்றுவதற்கு வெவ்வேறு புற அமைப்பு தோற்றுவிகள் (அல்லது மார்ஃபோஜன், morphogen) காரணமல்ல; உள்ளே சில காரணிகளிடையேயான செயலெதிர்ச் செயலின் அளவைப் பொறுத்துள்ளது. ஸ்கூக்கும் மில்லரும் கொண்டுள்ள இந்த அபிப்பிராயத்தையே ஹாகனும் (Hagen, 1962) கொண்டுள்ளார். புகையிலைக் கலப்பின வகையின் வளர்ச்சியும் உறுப்புத் தோன்றலும் நைட்ரஜன்-வளர்லூக்கிப் பொருள்களின் விகிதத்தையே பொறுத்துள்ளதென்கிறார்.

உறுப்புகள் தோன்றுவதில், வேர்களிலிருந்து தண்டு மொட்டுகள் வேறுபாடடையும் நிகழ்ச்சிகள் பலவற்றில் விளக்கப்பட்டுள்ளன. வேர் ஒட்டுண்ணியான, ஸ்ட்ரைகாவின் வேர்த் துண்டுகளை வளர்த்தபொழுது (ஒகொன்கவோ, Okonkwo, 1970), புறத்தோல், புறணி செல்களிலிருந்து கேலஸ் தோன்றி அவற்றினின்றும் மொட்டுகள் வளர ஆரம்பித்தன. சில சமயங்களில், புறத்தோல், உட்புறத்தோல் செல்கள் பகுப்படைந்து தண்டு மொட்டுகள் தோன்றின.

குறிப்புத் தேட்டம்

BAJAJ, Y. P. S., 1967.

BERGMANN, L., 1964. Der Einfluss von Kinetin auf die Ligninbildung und Differenzierung in Gewebekulturen von *Nicotiana tabacum*.
Planta **62**: 221—254

BHOJWANI, S. S., 1966. Morphogenetic behaviuor of mature endosperm of *Croton bonplandianum* Baill.,
Phytomorphology **16**: 349—353

BHOJWANI, S. S., 1969. Differentiation of haustoria in the germinating embryos of mistletoe without host stimulus.
Experimentia **25**: 543—544

BHOJWANI, S. S. & B. M. JOHRI, 1965.

BHOJWANI, S. S., & B. M. JOHRI, 1970. Cytokinen-induced shoot bud differentiation in mature endosperm of *Scurrula pulverulenta*.
Z. Pflanzenphysiol. **63**: 269—275

BHOJWANI, S. S. & B. M. JOHRI, 1971. Morphogenetic studies on cultured mature endosperm of *Croton bonplandianum*.
New Phytol. **70**: 761—766

BONGA, J. M., 1971. Formation of holdfats, callus, embryoids and haustorial cells in the *in vitro* cultures of dwarf mistletoe *Arceuthobium pusillum*.
Phytomorphology **21**: 140—153

BONGA, J. M. & C. CHAKRABORTY, 1968. *In vitro* culture of dwarf mistletoe, *Arceuthobium pusillum*.
Can. J. Bot. **46**: 161—164

BRAHMACHARI, S. K. & P. N. BHADURI, 1971. Irradiating Rice (*Oryza sativa* L. var. Taiwan-3) embryos and pro-embryos with X-rays.
In: Morphogenesis in plant cell, tissue and organ cultures Internatl. Symp., Delhi. p. 37—38

BROWN, C. L. & K. SAX, 1962. The influence of pressure on the differentiation of secondary tissues.
Am. J. Bot. **49**: 638—691

CAMUS, G., 1949. Recherches sur le role des bourgeons dans les phenomènes de morphogénèse.
Rev. Cytol. Biol. Vég. **9**: 1—198

CHEN, S. S. C., 1970. Action of light anf gibberellic acid on the growth of excised embryos from *Phacelia tanacetifolia* seeds.

CLEMENT, W. H., 1964. Stability of chromosome numbers in tissue cultures of alfaalfa *Medicago sativa* L.
Am. J. Bot. **57**: 670

DE MAGGIO, A. E. & R. H. WETMORE, 1961. Morphogenetic studies on the fern *Todea barbara* III. Experimental biology.
Am. J. Bot. **48**: 551—565

DOERING, G. R. & M. A. AHUJA, 1967. Morphogenetic studies of a Genetically Controlled Tumor-like condition in *Lycopersicon* Hybrids.
Planta **75** : 85—93

DOERSCHUG, M. R. & MILLER, 1967. Chemical Control of Adventitious organ Formation in *Lactuca sativa*.
Am. J. Bot. **54**: 410—413

EARLE, E. D. & J. G. TORREY, 1965. Morphogenesis in cell colonies grown from *Convolvulus* cell suspensions plated on synthetic media.
Am. J. Bot. **59**: 891—899

FADIA, V. P. & A. R. MEHTA, 1971. Hormonal regulation of tracheal differentiation in *Cucumis* tissues cultured *in vitro*.
In: Morphogenesis in plant cell, tissue and organ cultures
Internatl. Symp., Delhi. p. 27—29

FOSKET, D. E. & J. G. TORREY, 1969. Hormonal control for cell proliferation and xylem differentiation in cultured tissues of *Glycine max* var. Biloxi.
Pl. Physiol. **44**: 871—880

FOSKET, D. E. & J. P. MIKSCHE, 1966. Protein synthesis as a requirement for wound xylem differentiation.
Physiol. Plantarum. **19**: 982—991

FRIES, N., 1954, Chemical factors controlling the growth of the decotylised pea seedling.
Symp. bot. Upsaliens. **13** : 1

GAUTHERET, R. J., 1966. Cell differentiation and Morphogenesis North Holland, Amsterdam

HACCIUS, B , 1957. Regenerationserscheinungen an Pflanzlichen Embryonen nach Behandlung mit antimitotisch wirksamen Substanzen.
Beitr. Biol. Pfl. **30**: 3—18

HACCIUS, B., 1959. Morphoregulatorische Beeinflussung Pflanzlicher Embryonen durch Phenylborsäure.
Naturwiss. **46**: 153

HACCIUS, B., 1963. Restitution in acidity-damaged plant embryos Regeneration or regulation?
Phytomorphology **13**: 107—115

HACCIUS, B., 1965. Haben 'Gewebekultur-Embryonen' einen Suspensor?
Ber. Deutsch. Bot. Ges. **78**: 11—21

HACCIUS, B. & K. K. LAKSHMANAN, 1965. Adventiv-Embryonen aus *Nicotiana*-Kallus, der bei hohen Lichtinensitäten kultiviert wurde.
Planta **65**: 102—104

HACCIUS, B. & K. K. LAKSHMANAN, 1967. Experimental studies on monocotyledonous dicotyledons: Phenylboric acid-induced 'dicotyledonous'. Embryos in *Cyclamen persicum.*
Phytomorphology **17**: 488—494

HACCIUS, B. & K. K. LAKSHMANAN, 1969. Adventiv-Embryonen-Embryoids Adventiv-Knopsen. Ein Beitrag zur Klärung der Begriffe.
Ost. Bot. Z. **116**: 145—158

HAGEN, G. L., 1962. Metabolic factors in Plant Tumor Initiation.
Am. J. Bot. **49**: 654

HALPERIN, W., 1966. Alternative morphogenetic events in cell suspensions.
Am. J. Bot. **54**: 443—453

HALPERIN, W. & D. F. WETHERELL, 1964. Adventive Embryos in Tissue Cultures of the wild carrot, *Daucus carota*.
Am. J. Bot. **51**: 274–283

HALPERIN, W. & D. F. WETHERELL, 1965. Ammonium requirement for embryogenesis *in vitro*.
Nature Lond. **205**: 519—520

HANNING, E., 1904. Zur Physiologie Pflanzlicher Embryonen. 1. Uber die Kultur von Cruciferen-Embryonen ausserhalbe des Embryosackes.
Bot. Zeit. **62**: 45–80

JACOBS, W. P., 1952. The role of auxin in the differentiation of xylem round a wound.
Am. J. Bot. **39**: 301—309

JACOBS, W. P., & I. B. MARROW, 1957. A quantitative study of xylem development in the vegetative shoot apex of *Coleus*.
Am. J. Bot. **44**: 823–842

JACQUIOTS, C., 1957. Sur l'existence de facteurs d'organisation des tissus secondaires chez certains arbres forestiers.
C. r. hebd. seanc. Acad. Sci. (Paris). **244**: 1246–1249

JOHRI, B. M. & Y. P. S. BAJAJ, 1963. *In vitro* response of the embryo of *Dendrophthoe falcata* (L. f.) Ettings.
In: Plant Tissue and Organ Culture-A Symp. Delhi Eds. Maheshwari, P. & N. S. Rangaswamy.

JOHRI, B. M. & S. S. BHOJWANI, 1968. Organ formation in endosperm cultures of *Croton bonplandianum*.
In: Plant Morphogenesis-Seminar, Delhi. p. 25—26

JOHRI, B. M. & S. S. BHOJWANI, 1970. Embryo morphogenesis in the stem parasite, *Scurrula pulverulenta*.
Ann. Bot. **34**: 685—690

JOHRI, B. M. & K. K. NAG, 1968. Experimental induction of triploid shoot *in vitro* from endosperm of *Dendrophthoe falcata* (L. f.) Ettings.
Curr. Sci. 37: 606—607

JOHRI, B. M. & P. S. SRIVASTAVA, 1968. Morphogenetic responses of mature endosperm of two members of Euphorbiaceae.
In: Plant Morphogenesis-Seminar, Delhi. p. 31—32

KATO, H. & M. TAKEUCHI, 1966. Embryogenesis from the epidermal cells of carrot hypocotyl.
Scientific Papers of the College of General Education, Univ. of Tokyo, 16: 245—254

LAKSHMANAN, K. K., 1969. Morphogenesis of Angiosperm Embryogeny *in vitro*.
Indian Biol. 1: 16—17

LAKSHMANAN, K. K., 1972. Monocot Embryo.
In: Vistas in Pl. Sci. Vol. II. p. 61—110 India.

LA MOTTE, C. & W. P. JACOBS., 1963. A role of auxin in phloem regeneration in *Coleus* internode.
Develop. Biol. 8: 80—98.

LIPETZ, J., 1962.

Am. J. Bot. 49: 460—464

LYON, C. B. & C. R. GARCIA, 1944. Anatomical responses of tomato stems to variations in the macronutrient cation supply.
Bot. Gaz. 105: 441—456

MAHESHWARI, P. & RANGASWAMY, N. S., 1963. Plant Tissue and Organ Culture-A Symposium. Eds. Maheshwari, P. and N. S. Rangaswamy,
Int. Soc. Pl. Morphologists, Delhi.

MOHANRAM, H. Y., 1965.

MURASHIGE, T. & F. SKOOG, 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures.
Physiologia Pl. **15**: 473—497

NAG, K. K., 1971. Morphogenetic studies on endosperm of some parasitic angiosperms.
In: Morphogenesis in plant cell, tissue and organ cultures. Internatl. Symp., Delhi p. 58—59

NARAYANASWAMY, S. & K. NORSTOG, 1964. Plant Embryo Culture.
Bot. Rev. **30**: 587—628

NEWCOMB, W. & D. F. WETHERELL, 1970. The effects of 2, 4, 6-trichloro-phenoxyacetic acid on embryogenesis in wild carrot tissue cultures.
Bot. Gaz. **131**: 242—245

NORSTOG, K., 1970. Induction of embryolike strucutures by kinetin in cultured Barley embryos.
Develop. Biol. **23**: 665—670

NORSTOG, K., 1971. Factors relating to precocious germination in cultured Barley embryos.
In: Morphogenesis in Plant Cell, Tissue and Organ Cultures-Internatl. Symp., Delhi. p. 63—64

NORSTOG, K., W. E. WALL & G. P. HOWLAND, 1969. Cytological characteristics of sen-year-old Rye-grass endosperm in tissue cultures.
Bot. Gaz. **130**: 83—86

OKONKWO, S. N. C., 1966. Studies in *Striga senegalensis* Benth I. Mode of host-parasite union and haustorial structure.
Phytomorphology **16**: 453—463

PITON, F., 1969. Quelques observations cytologiques sur des tissus D' *Eucalyptus camaldulensis* cultivés *in vitro*.
Revue gén. Bot. **76**: 287—307

RANGASWAMY, N. S. & T. S. RANGAN, 1963. *In vitro* culture of embryos of *Cassytha filiformis* L.

Phytomorphology **13**: 445—449

REINERT, J., D. BACKS & M. KROSING, 1966. Faktoren der Embryogenese in Gewebekulturen aus Kulturformen von Umbelliferen.

Planta 68: 375–378

SANDERS, M. E. & N. K. ZIEBUR, 1963. Artificial Culture of Embryos.

In: Recent Advances in the embryology of Angiosperms.

Ed. Maheshwari, P. p. 297—325

SEHGAL, C. B., 1969. Experimental Studies on maize endosperm.

Beitr. Biol. Pflanzen **46**: 233—238

SHINIGER, 1969. Secondary zylem differentiation in *Xanthium*.

Ph. D. Thesis, Univ. Mass.

SINHA, S. & BUTCHER, D. N., 1971. Control of initiation and activity of cambium in excised roots of tomato.

In: Morphogenesis in Plant Cell, Tissue and Organ Cultures.

Internatl. Symp., Delhi, p. 25—27

SKOOG, F. & C. O. MILER, 1957. Chemical regulation of organ formation in plant tissues cultured *in vitro*.

Symp. Soc. Exptl. Biol. **11**: 118—131

SOROKIN, H. P. & A. L. SOMMER, 1940. Effects of calcium deficiency upon the roots of *Pisum sativum*.

Am. J. Bot. **27**: 308—318

SRIVASTAVA, P. S, 1971-a. Invitro growth requirements of mature endosperm of *Ricinus communis*.

Curr. Sci. **40**: 337—339

SRIVASTAVA, P. S., 1971-b. Organogenesis in mature callus of *Jatropha panduraefolia*.
In: Morphogenesis in Plant Cell, Tissue and Organ Cultures. Internatl. Symp., Delhi, p. 57—58

STEBBINS, G. L., 1965. Genetic Control and Differentiation.
Brookhaven Symp. Biol. **18**: 204—221

STEWARD, F. C. & N. DEGANI, 1969. Endogenous characteristics of different clones of carrot explants and their exogenous requirements for growth.
Ann. Bot. **33**: 615—646

STRAUS, J., 1960. Anthocyanin Synthesis in Corn Endosperm Tissue Cultures. II. Effect of Certain Inhibitory and Stimulatiory Agents.
Pl. Physiol. **35**: 645—650

STRUCKMEYER, B. E., A. C. HILDEBRANDT & A. J. RIKER, 1949, Histological effects of growth-regulating substances on sunflower tissue of Crown-Gall origin grown *in vitro*.
Am. J. Bot. **36**: 491—495

TORREY, J. G., 1951. Cambial formation in isolated pea roots following decapitation.
Am. J. Bot. **38**: 596

TORREY, J. G., 1954. The role of vitamins and micronutrients elements on the nutrition of the apical meristem of pea roots.
Pl. Physiol. **29**: 279

TORREY, J. G., 1955. On the determination of vascular patterns during tissue differentiation in excised pea roots.
Am. J. Bot. **42**: 183

TORREY, J. G., 1957. Auxin control of vascular pattern formation in regenerating pea root meristem grown *in vitro*.
Am. J. Bot. **44**: 859

TORRY, J. G., 1959. Experimental modification of development in the root.

In: Cell organism and mileu, Ronald, N. Y. p. 189—222
Ed. Rudnick, D.

TORREY, J. G., & D. E., FOSKET, 1970. Cell division in relation to cytodifferentiation in cultured pea root segments.
Am. J. Bot. **57**: 1072–1080

TRUSCOTT, F. H., 1966. Some aspects of morphogenesis in *Cuscuta grovonii*.
Am. J. Bot. **53**: 739—750

VASIL, I. K. & A. C. HILDEBRANDT, 1966. Variations of morphogenetic behaviour in Plant Tissue Cultures. I. *Cichorium endivia*.
Am. J. Bot. **53**: 860—869

VASIL, I. K. & A. C. HILDEBRANDT, 1966. Variation of morphogenetic behaviour in Plant Tissue Cultures. II. *Petroselinum hortense*.
Am. J. Bot. **53**: 869—874

VENKETESWARAN, S., 1963. Tissue Culture studies on *Vicia faba* II. Cytology.
Cytologia **16**: 91–100

WETMORE, R. H., & J. P. RIER, 1963. Experimental induction of vascular tissues in callus of angiosperms.
Am. J. Bot. **50**: 418–430

WILSON, J. & P. M. W. WILSON, 1961. The position of regenerating Cambia-A new Hypothesis.
New Phytol. **60**: 63—73

WOOD, H. N. & A. C. BRAUN, 1961. Studies on the regulation of certain essential biosynthetic systems in normal and Crown-Gall tumor cells.
Proc. natn. Acad. Sci. (U.S.A.) **47**: 1907—1913

8. விதை மூடாத் தாவரங்களில் திசு வளர்ப்பு
(Tissue culture in Gumnosperms)

இதுவரை, பூக்கும் தாவரங்களில் திசு வளர்ப்பு செய்முறை பற்றிக் கண்டோம். திசு வளர்ப்பும் அதன் முன்னேற்றமும் பற்றிய ஒரு பொதுவான கட்டுரையை, பொஹார்மோன் (Bouharmont, 1971) வெளியிட்டுள்ளார்.

பரணிகளில் திசு வளர்ப்பு முறைகளும் முடிவுகளும் பற்றிய ஒரு தொகுப்பாய்வுரை அண்மையில் வெளியிடப்பட்டுள்ளது. (வைட், 1971). அது பற்றி இச் சிறு புத்தகத்தில் விவரிக்கத் தேவையில்லையென விடப்பட்டுள்ளது.

ஆனால், பூக்கும் தாவரங்களுக்கும் விதை மூடாத் தாவரங்களுக்கும் இடையேயான ஒற்றுமைகளைக் கருத்திற்கொண்டு, பின்னைய பிரிவில் திசு வளர்ப்பு செய்வது எவ்வளவு சிரமமானது என்பதைக் காட்ட ஒரு சிறு குறிப்பு இவ்வத்தியாயத்தில் அளிக்கப்பட்டுள்ளது.

உயிருள்ள விதை மூடாத் தாவரங்கள் ஐந்து பெருங் குடும்பங்களைச் சார்ந்தனவாக உள்ளன. ஒவ்வொரு பெருங் குடும்பத்திலிருந்தும், திசு வளர்ப்பிற்கு, குறைந்தது ஒரு தாவரமாவது உதாரணமாக எடுத்துக் கொள்ளப்பட்டுள்ளது. சூலகத் தாவரங்களின் அளவிற்கு இத்தாவரங்களில் திசு வளர்ப்பு ஆராய்ச்சி நடைபெறவில்லை. பரிணாமத்தின் கீழ்மட்டங்களிலுள்ள தாவரங்களின் அளவுகூட விதை மூடாத் தாவரங்களில் திசு வளர்ப்பு முன்னேறவில்லை. இதற்கு, ஆராய்ச்சியில் முயற்சியில்லை என்று சொல்வதை விட, முயற்சி வெற்றியடையாததே காரணமென்றுதான் கூறவேண்டும்.

கருக்களையும், செடியின் பாகங்களையும் வளர்க்க முயற்சித்த போதிலும், பால் (1950, 1955), பல இடைவிடாத முயற்சிகளுக்குப்

பின், முதன்முதலாக செகொயா என்ற உயர்ந்த ஊசியிலை மரத்தின் திசுவை தொடர்ந்து வளர்த்தார். அதைத் தொடர்ந்து, இத் தாவரங்களில் திசு வளர்ப்பு எவ்வாறு முன்னேறியுள்ளது என்பதை பெருங்குடும்ப வாரியாகக் காண்போம். ஒவ்வொன்றிலும், உடல், ஆண், பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகள், கரு முதலியன ஆங்காங்கு திசு வளர்ப்பில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

I. உடலத் திசு வளர்ப்பு

1. கூம்புத் தாவரங்கள் (Coniferales)

உடலத்திசு (vegetative tissue) வளர்க்கப்பட்டதற்கு, இப் பெருங்குடும்பத்திலிருந்துதான் உதாரணங்கள் காட்டி விளக்க முடியும். முன்னர் குறிப்பிட்ட செகொயா நீர்த்த 'நாப் கரைசலில்' சுக்ரோஸ் மூன்று சதமும், IAA (1ppm)-யும் சேர்த்து வளர்க்கப் பட்டது. காலக்டோஸும், ரேஃபினோசும் கூட திருப்தியான கேலஸ் வளர்ச்சியைக் கொடுக்கின்றன. மானோஸ் (mannose) சேர்த்தாலும் நன்கு வளர்ப்பதில் செகொயா தனித்து நிற்கிறது. இக்கேலஸினின்றும் சாற்றுக்குழாய்கள் வேறுபாடடைகின்றன. அவைகளைச் சுற்றிலும் விளிம்பு ஆக்குத்திசு (marginal meristem), கேம்பியம் போன்ற ஆக்குத் திசுக்கள் காணப்படுகின்றன. பேரன் கைமா செல்கள் சில சமயங்களில் டானினைக் (tannin) கொண்டுள்ளன.

பின்னர், கட்டிகளுள்ள (tumour) திசுக்களுக்கிடையே உள்ள இயங்குமுறை மாறுதல்கள், கட்டித்திசுக்களின் நச்சுத்தன்மைகள் ஆகியவற்றைக் கண்டறிய பைசியா கிளாகாவின் இயல்பான திசுக் கள் பயன்படுத்தப்பட்டன. திட, நீர்ம ஊடகங்கள் உபயோகப் படுத்தப்பட்டன. வளரும் கேலஸ், சீக்கிரம் பழுப்பு நிறமாக மாறிவிடுகிறது. செம்பு கொண்ட நொதி இருப்பதே இதற்குக் காரணம். இதைத் தடுக்க டைரோசின் சேர்க்கப்படுகிறது. டைரோசின், 2, 4-D, குளுடாமின், IAA கொண்ட ஊடகத்தில் திசுவளர்ச்சி நன்றாகவுள்ளது. கட்டிகளுள்ள திசுக்கள் இயல்பான திசுக்களைவிட வேகமாக வளர்கின்றன. ஆனால் அத்தகைய கேலஸை நிலைநாட்டுவது கடினம். சில அமினோஅமிலங்கள் ரிபோஃபிளேவின், கோலைன் இல்லாத ஊடகத்திலும் கட்டித் திசுக்கள் நீண்டகாலம் வாழும் தன்மையன. அதே சமயத்தில், இயல்பான திசுவிற்குத் தேவை இல்லாத வைடமின் B_{12} கட்டித் திசுக்களுக்குத் தேவையானதொன்றாகும் (ரெய்னர்ட், 1956; ரெனர்ட்டும் வைட்டும், 1956). இங்கு பயன்படுத்தப்பட்ட ஊடகம் மிகவும் சிக்கலானதாக இருந்ததால் அதை மாற்றி

யமைக்க முயற்சிக்கப்பட்டது (வைட், ரிஸ்ஸர் ஆகியோர்; White and Risser, 1964; ரிஸ்ஸரும் வைட்டும் 1964).

பைனஸ் ஜெரார்டியானவை (Pinus Gerardiana) நீர்ம ஊடகத்தில் வளர்த்து செல்களின் போக்கு ஆராயப்பட்டது. திசுக்கள் பிரிந்து செல் தொகுதிகளாக அமைந்தன (கோனர், Konar, 1963a).

ஸுடோட்ஸுகா டாக்ஸிஃபோலியாவின் (Pseudotsuga taxifolia) வளர்வடங்கிய நிலையில் உள்ள மொட்டுக்களை (dormant buds) தனிப்படுத்தி சாதாரண சர்க்கரையும் ஆக்ஸின்களும் கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்க்கப்பட்டன.

II. இனப்பெருக்க உறுப்புகளும் திசு வளர்ப்பும்

ஆண் கூம்பிலிருந்து மகரந்தத்தூள்வரை

1. சைகடேல்ஸ்

சைகடேல்ஸ் (cycadales) என்ற பெருங் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஸேமியா ஃப்ளோரிடானவில் (zamia floridana) மகரந்தத்தாய் செல் வரை நல்லதொரு ஊடகத்தில் வளர்த்து தன் பெயரை இவ்வழி முதல்வராக லா ரியூ (1948) நிலை நாட்டிக் கொண்டார்.

2. கூம்புத் தாவரங்கள்

கூம்புத் தாவரமான பைனஸ் ராக்ஸ் பர்கியையின் (Pinius roxburghii) மைக்ரோஸ்போர் தாய் செல்களை நியூகிளிக் அமிலங்கள் சேர்த்த ஊடகத்தில் வளர்க்கப்பட்டது. (கோனர், 1963b). இச்செல்கள் நல்ல இயல்பான வளர்ச்சியில் முன்னேற்றமடைந்து மகரந்தத்தூள்களாக மாறின. இவை செயற்கைச் சூழலில் முளைக்க ஆரம்பித்தன. இதன் பயனாக ஆந்திரிடிய செல் (antheridial cell) பகுப்படைந்து காம்பு செல் (stalk cell), உடம்பு செல் (body cell) ஆண் கேமெட்டோஃபைட்டாக வளர்ந்தன.

1963-ம் ஆண்டில் டோரியா நூசிஃபெரா (Torreya nucifera), டாக்ஸஸ் (Taxus) என்ற இரு டேக்ஸேஸியன் பேரினங்களின் மகரந்தத்தூள்களை திசு வளர்ப்பில் பயன்படுத்தினர். (டுலெக்கெ சேஹறகலும் 1963). டாக்ஸஸிலிருந்து மாறுபாடு அடையாத ஒருமய கேலஸ் திசு காணப்பட்டன. மற்றதில் ஆண் கேமெட்டோஃபைட் முழு வளர்ச்சியடைந்ததோடல்லாமல் கேலஸ் வளர்ச்சியும் தோன்றின. இந்த மகரந்தத்தூள்கள் இயல்புக்கு மாறான நிலையில் செல் பகுப்புக்களைத் தோற்றுவித்தன. காம்பு, ஆண்

செல்கள் பகுப்படைதல் ஜெனரேடிவ் செல் (generative cell) வெளியில் நீண்டு வருதல், டியூப் செல் (tube cell) மொட்டு விடுதல் முதலிய ஒழுங்கற்ற நிலையைத் தோற்றுவித்தன.

3. ஜிங்க்கோரயேல்ஸ்

ஒரே உயிர்வாழும் பேரினத்தைக்கொண்ட ஜிங்க்கோயேல்ஸிலும் (Ginkgoales) திசு வளர்ப்புச் செய்யப்பட்டது. ஜிங்கோ பைலோபா மகரந்தத்தூள்களை 0,25 சதம் யீஸ்ட் சாரத்தில், IAA (1 ppm) கொண்ட வைட் ஊடகத்தில் வளர்த்ததில் பக்குவமடையாத ஸ்பெர்ம் செல்வரை சரிவர வளர்ந்தன. பின்னர், இயல்புக்குப் புறம்பான பலவிதமான தோற்றங்கள் காணப்பட்டன. இங்கும் ஒருமயத்திசு தோன்றியது. இதன், உயிரி வேதியல், செயலியல் முறைகள்பற்றி ஆராயப்பட்டது (டுலெக்கி, 1957). வளர்ச்சிக்கு ஆர்ஜினேன் தேவைப்படும் ஒரு மகரந்தத்திசு வகை தனித்தெடுக்கப்பட்டது (டுலெக்கி, 1960). கேனுவானைன் (canavanine) ஆர்ஜினேன் விரும்பும் அம்சத்திசு வளர்ச்சியைத் தடுத்துவிடுகிறது. ஆல் ஜி னே னி ன் பணியை ஓரளவுக்கு அம்மோனியா செய்யக்கூடும். மகரந்தத்தூள்கள் நீர்ம ஊடகத்திலும் வளர்க்கப்பட்டன (டுலெக்கியும் நிக்கலும், 1960). 'ஃபைட்டோஸ்டட்' என்ற அமைப்பில் தொடர்ந்து தொங்குநிலை திசு வளர்ப்பு செய்யப்பட்டது (டுலெக்கி, டாகார்ட், கோலாவிட்டோ : Taggart and Colavito, 1965).

4. நீட்டேல்ஸ்

எஃபிட்ரா ஃபோலியேட்டா (Ephedra foliata) என்ற நீட்டேலின் இனமும் இம்முயற்சியில் ஈடுபாடு செய்யப்பட்டது. மாறுபாடு செய்யப்பட்ட ஒரைனர்ட் ஊடகத்துடன், 2, 4-D, இளநீரும் சேர்த்து திசு வளர்ப்பு செய்ததில் ஒருமயத்திசு பெறப்பட்டது (கோனுர், 1963-c). சுருங்கச் சொல்லின், ஜிங்கோ பைலோபா, எஃபிட்ரா ஃபோலியேட்டா, டோரியா நூஸிஃபெர்ரா ஆண் செல் வளர்ப்பில் மரபியல் முக்கியத்துவம்கொண்ட ஒரு மயத்திசு பெறப்பட்டது. அது நிறமற்றதாக இருந்தது. ஆனால் டேக்ஸஸில் (டுலெக்கி, 1959) பச்சையத்துடன் கேலஸ் காணப்பட்டது. அதே போல் வளர்ச்சியின் விகிதமும் மாறுபட்டது. எஃபிட்ராவில் 60 சதம் திசு வளர்ந்தால் ஜிங்கோவில் பெற்றது 4 சதம்தான்.

III. பெண் கேமெட்டோஃபைட்

1. சைகடேல்ஸ்

பெண் கேமெட்டோஃபைட்களினின்றும் கேலஸ் திசு பெற முடியுமென்று ட்ஸ்சேமியா, சைகஸ் (Cylcs) போன்ற சைகடேல்ஸ்

என்ற பெரும்பகுதியைச் சேர்ந்தவைகளிலும், தூஜாவிலும் (Thuja) காட்டப்பட்டுள்ளது (லா ரியூ, 1948). இத்திசுக்களை, கருவுறுதலுக்கு முன், திசு வளர்ப்புச் செய்தால், ட்ஸ்சேமியாவில் நல்ல தொரு வளர்ச்சியில்லை. ஆனால், கருவுற்றபின் உபயோகப்படுத்தப் பட்ட பெண் கேமெட்டோஃபைட்டிலிருந்து கிட்டத்தட்ட ஐந்து மடங்கு (கன பரிமாணத்தில்) வளர்ச்சியிருந்தது. பின்னர் மிகக் குறைந்த அளவு மீள்வாழ்வு ஏற்பட்டு வேர்களோ தண்டுகளோ, இரண்டுமோ வேறுபாடடைந்தன. தொடர்ந்து நடத்திய ஆராய்ச்சியின் பயனாக நீண்ட நாட்கள் இருந்த வளர்ப்பில் (லா ரியூ, 1954) 'போலி நுண்குமிழ் தண்டு' (pseudobulbils) தோன்றி, அவைகளிற் சில, சிறு செடிகளாகவும் வளர்ந்தன. இதை, ட்ஸ்சேமியா சைகஸ் இரண்டிலும் கண்ட அவர், தூஜாவில் இம்முயற்சியில் வெற்றியடைய முடியவில்லை.

ட்ஸ்சேமியாவின் மற்றொரு சிற்றினத்தில் ட்ஸ். இன்டெக்ரிஃபோலியா (Z. integrifolia) பல்வேறு வளர்லூக்கிப் பொருள்களை பதின்மூன்று வகையில் உபயோகப்படுத்தி அதன் பலனறியப் பட்டது. ஐந்துமாத காலங்களில் 59 சதவீதம் மீள்வாழ்வு தோன்றின. இங்கு, பெண் கேமெட்டோஃபைட்டிலிருந்து நேரிடையாக, இன உறுப்பு வேறுபாடு தவிர்க்கப்பட்டு, வேர், இலைகளுடன் கூடிய செடிகள் வளர்ந்து பால்கலவா ஒருமய ஸ்போரோஃபைட்டை நிலைநாட்டியது (நார்ஸ்டாக், 1965). ஒருமயத்திசுவிலிருந்து நிலைபெறாத கருக்கள் தோன்ற அதிகச் செறிவிலுள்ள ஆக்ஸின் (2, 4-D) அத்தியாவசியமென அறியப்பட்டது (நார்ஸ்டாக், ராம்ஸ்டைன், 1967).

2. ஜிங்க்கோயேல்ஸ்

ஜிங்க்கோயேல்ஸில் ஒருமயத்திசுவை தோற்றுவித்தபொழுது அவை பச்சையாகவும், சாற்றுக்குழாய் போன்ற வேறுபாடுகளுடனும் காணப்பட்டன (டு லெக்கே, 1964).

3. நீட்டேல்ஸ்

நீட்டேல்ஸில், எஃபீட்ராவின் பெண் கேமெட்டோஃபைட்டை, 2, 4-D, கைனடின், இளநீர், இனோசிடால் சேர்ந்த வைட் ஊடகத்தில் வளர்க்கப்பட்டது (சங்க்லா, சங்க்லா, சட்டர்ஜி ஆகியோர், 1967-a).

IV. கருவளர்ப்பு

கருவளர்ப்பின் முக்கியத்துவத்தை உணர்ந்து 1930ஆம் ஆண்டிலிருந்தே இம்முயற்சியில் ஈடுபட்டதற்கான சான்றுகளுள்ளன. சைகடேல்ஸ்ட்ஸ்சேமியாவின் சிறு கருக்களை வளர்த்து, இயற்கையில் வளரும் கருக்களைவிடச் சிறிதான முதிர்ந்த கருக்களைப் பெற்றனர். குறைந்த செறிவில் ஆக்ஸினும் (2, 4-D), கைனடினும் கொண்ட ஊடகத்தில் கேலஸ் தோன்றி, அதனின்றும் 'போலி நுண் குமிழ்த்தண்டுகள்' வேறுபாடு அடைந்தன. இந்த உருண்டையான திசு வேறுபாட்டிலிருந்து நிலை பெறாத கருக்கள் (வேற்றிடக் கருக்கள்; adventive embryos) தோன்றின. இவைகளில் வித்திலையில்லை. மேலும் முதல் வேர் மிகச்சிறிதாக இருந்தது.

கூம்புத்தாவரங்கள்

ஒரு சில செல்கள்கொண்ட பைனஸ் கெட்லெரியா (Keteleeria) ஆகியவற்றின் கருக்களை, 2 சதம் சுக்ரோஸ், ஆக்ஸின், நிகோடினிக் அமிலம் சேர்க்கப்பட்ட ஊடகத்தில் வளர்த்தனர். தயாமின் சேர்த்தால் இன்னும் நன்றாக வளரும் என்று கண்டறியப்பட்டது. IAA சேர்ப்பதால் தோன்றும் பலன் அதைவிடச் சிறந்ததெனலாம் (லூ, வாங்: Loo and Wang, 1943).

புலார்டின் (Bulard, 1952) ஆய்விற்கு மாறாக சச்சார் (Sachar, 1956) கண்ட முடிவுகளுள்ளன. பின்னவர், பைனஸ் லாம்பெர்ட்டியானா (Pinus lambertiana) பற்றிக்கூறிய கருத்துகளை, ஏறத்தாழ, பிரௌன், கிப்ஃபோர்டு (Brown and Gifford, 1958) ஆகியோர் உறுதிப்படுத்தினர். கருக்கள் இயற்கையில் வளர்வதைப்போலவே திசு வளர்ப்பிலும் வளர்கின்றன. நுனிமொட்டு, விதையிலை ஊடகத்தைத் தொட்டுக் கொண்டில்லாவிட்டாலும், தொடர்ந்து வளர்கிறது. இதிலிருந்து விதையிலை உறிஞ்சு உறுப்பாக வேலை செய்யாமலேயே நாற்று வளரமுடியுமென அறிகிறோம். மேலும், முளைவேர் ஊடகத்தில் அமுங்கியிருந்தால் வேர்கள் தொடர்ந்து வளரா.

முளைவேர்களையோ விதையிலைகளையோ ஊடகத்தைத் தொடும்படி வைத்தால் முளைவேர்களில் வேர்கள் அதிகமாக ஆரம்பத்தில் வளர்ந்தபோதிலும், காலம் செல்லச் செல்ல அவ்வேகம் தணிந்து விடுகிறது. அதற்கு மாறாக விதையிலை ஊடகத்தைத் தொட்டு, முளைவேர் விலகி நின்றால், வேர்கள் வேகமாகவும், தொடர்ந்தும் வளர்கின்றன. விதையிலைகளின்

மூலம் ஊட்டப்பொருள்கள் செடியை அடைந்தால் வேர் வளர்ச்சியின் வேகமும் அவை தொடர்ந்து வளரும் காலங்களும் அதிகரிக்கின்றன.

இத்தாவரத்தின் செயலியலின் முனைக்கோடி நிலை நன்கு நிலை நாட்டப்பட்டுள்ளது. (பெர்லின், மிக்ஷெ ஆகியோர்: Berlyn and Miksehe, 1965; கிரீன்வுட்டும் பெர்லினும் Greenwood and Berlyn, 1965). மேலும் விதையிலை உறிஞ்சு உறுப்பாக செயலாற்றுவதில்லையென்று உறுதி செய்யப்பட்டது.

பைனஸ் எல்லியோட்டியின் (Pinus elliottii) விதையிலையிலிருந்து அபூர்வமாக பெண் கூம்பு தோன்றுவதாக ஆய்வுரை ஒன்று கூறுகிறது (ஸ்மித்தும் கோனரும், 1969).

பயோட்டா ஓரியண்டேலிஸ்ஸில் (Biota orientalis) கருவொத்த வேறுபாடுகள் தோன்றி, வளர்ந்து தண்டுகளாகின்றன. ஆயினும் வேர்கள் தோன்றுவதில்லை (கோனர் ஒபராய் ஆகியோர்: Konar and Oberoi, 1965).

ஜிங்கோயேல்ஸ்

மேலே கூம்புத்தாவரங்களில் கண்டதுபோலவே, ஜிங்கோ பைலோபாவிலும், கருக்கள் திசுவளர்ப்பில் வளரும்பொழுது விதையிலையின் செயல்பற்றி மாறுபட்ட கருத்துகள் நிலவுகின்றன. விதையிலை ஊடகத்தைத் தொடுவது கருக்களின் வளர்ச்சிக்கு தேவையில்லையென்று லி (Li, 1934) கூற அது தொட்டால்தான் கருக்களுக்கு இயல்பான வளர்ச்சி உண்டென்று புலார்டு (1952) கூற, நாம் எந்தவொரு முடிவுக்கும் வர இயலாத நிலையிலுள்ளோம்.

நீட்டேல்ஸ்

கடைசியாக, நீட்டேல்ஸ் பெருங்குடும்பத்தில் கரு வளர்ப்பு பற்றி தெரிந்துள்ள விவரங்களைக் காண்போம்.

நீட்டத்தின் (Gnetum) கருவை கேலஸின் ஹைட்ரோலிசேட் அல்லது யீஸ்ட்சாரம் கொண்ட ஊடகத்தில் வளர்த்ததில் நல்ல கேலஸ் தோன்றியது. ஒரு மாத காலத்திற்குப்பின், மாற்றி வளர்த்ததில், ஒற்றிழைத்தாள்கள் (uniseriate filaments) அல்லது சிறிய மொட்டுகள் அல்லது கருவொத்த அமைப்புகள் வேறுபாடடைந்தன. கரு போன்ற வேறுபாடுகளிலிருந்து விதையிலையை வேறுபாடடையச் செய்த முயற்சி பயனளிக்கவில்லை (வாசில், Vasil, 1963).

எஃபிட்ரா ஃபோலியேட்டாவின் கரு வேர் நுனிகளை வளர்த்ததில் கேலஸ் தோன்றியது. இதை வளர்ப்பதற்குப் பயன்படுத்திய ஊடகத்துடன் 2, 4-D, இளநீர், கைனடின் ஆகியவை சேர்க்கப் பட்டபொழுது கருவொத்த வேறுபாடுகள் தோன்றின (சங்க்லா, சங்க்லா, சட்டர்ஜி ஆகியோர், 1967-b). இவ்வாறு கரு வளர்ப்புச் செய்ய, தண்டு-வேர் அச்சும் விதையிலைகளுமுடைய கருக்களே தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டன. அவைகளின் வளர்ச்சியை மூன்று வித மாகப் பிரிக்கலாம்: (1) கருக்கள் தொடர்ந்து வளர்ந்து முதிர்ச்சி யடைதல். (2) வேர் நுனிகளில் கேலஸ் தோன்றுதல். (3) விதை யிலைகள் அளவுக்குமீறி நீண்டும், கேலஸ் தோன்றியும் காணப் படுதல். சிறிது முதிர்ந்த கருக்களை வளர்த்தால் அவை முதல் வகையைக் கடைபிடித்தன. கேலஸ் தோன்றும் வகைகளில், முதலில் விதையிலைகள் அதிக நீளமாகவும் சுருண்டும் தோன்றி, பின்னரே கேலஸ் தோன்றின. IAA-வும் கைனடினும் கலந்த ஊடகத்தில் வளரும் கருவின் விதையிலைகள் வேர்களையும் வேர்த் தூவிகளையும் தோற்றுவித்தன. சுருங்கக்கூறின், ஆக்ஸின்-சைட்டோ கைனின் கூட்டுச் செயலின் பிரதிபலிப்பே வேறுபாடு களை ஒழுங்கு படுத்துகிறது (சங்க்லா, சங்க்லா, சட்டர்ஜி ஆகி யோர், 1971).

ஊட்டம்

மேலேகண்ட கேலஸ், வேறுபாடுகள் முதலியன வெவ்வேறு பெருங்குடும்பங்களைச் சேர்ந்த தாவரங்களின் பல பாகங்களையும் வெவ்வேறு ஊடகங்களைப் பயன்படுத்தி வளர்த்து பெறப்பட்ட முடிவுகளாகும். நாப், வைட் கரைசல்கள் தவிர, ஹார்வே (Harvey), பெஃப்ஃபர் (Pfeffer), ஹெல்லர் கரைசல்களும் ஆங்காங்கு பயன்படுத்தப்பட்டன.

கார்போஹைட்ரேட் (carbohydrate) எந்தவிதமான கார்போ ஹைட்ரேட்டை திசுக்கள் பயன்படுத்த முடியுமென்பது, செடியின் பகுதி, அது திசு வளர்ப்பிற்குக் கொண்டுவரப்பட்டபொழுது அதன் வளர்ச்சிநிலை, அச்சமயத்தில் காலநிலை முதலியவற்றைப் பொருத்தது. வேர்களின் திசுக்களாயின் சுக்ரோஸைப் பயன் படுத்தும் கேரட் திசுக்களுக்கு சுக்ரோஸே சிறந்ததெனினும் குளுகோஸ், மால்டோஸ் முதலிய பொருள்களையும் பயன்படுத்த முடியும். அதேபோல் ஏதாவது ஒன்றை மாத்திரம் அளித்தால் மற்றவைகளை அவை தயாரித்துக் கொள்கின்றன.

செகோயாவில் (பால், 1955) கேலஸுக்கு குளுகோஸ், ஃப்ரக்டோஸ் அல்லது சுக்ரோஸ் ஆகியவற்றில் ஏதாவதொன்றை

ஊட்டினால் மற்ற இரண்டையும் அது தயாரித்துக்கொள்ளும். அதேபோல் ராஃபினோஸ் அல்லது கேலக்டோஸை மூலப்பொருளாக அளித்தால் சுக்ரோஸ், ஃப்ரக்டோஸ், குளூகோஸ், காலெக்டோஸ், ராஃபினோஸ் கேலஸில் இருப்பது தெரிந்தது. மிகுதியாகவுள்ள ராஃபினோஸ் நீர் இணைத்தலின்போது, முதல்படியாக கேலக்டோஸைக் கொடுக்கும் நொதி, இரண்டாவது நிலையில், மிகுதியான கேலக்டோஸையும், சுக்ரோஸையும் இறுகச் செய்து ராஃபினோசாகக் கொடுக்கிறது. இந்தத் திசுக்கள் பெக்டின் (pectin), டெக்ஸ்ட்ரின் தரசங்கள் ஆகியவற்றையும் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. கரையும் தரசங்களை ஜூனிப்பரஸ் (Juniperus) திசுக்களும் உபயோகப்படுத்திக் கொள்கின்றன. இத்திசு ஊடகத்தினுள் கார்போஹைட்ரேஸ்களைச் சுரக்கின்றன. இச்சுரப்பினால் தரசம், மால்டோஸ், ரேஃபினோஸ்களை மோனோ சாகரைட்டாக (monosaccharide) நீர்ப்பிணைப்புச் செய்யப்படுகிறது.

பைசியாவில் (ரிஸ்ஸரும் வைட்டும், 1964) 5 சத சுக்ரோஸ் சிறந்ததெனக் காணப்பட்டது.

அனங்கக ஊட்டம்

அமினோ அமிலங்கள் பைசியா கிளாகாவில் பதினெட்டு அமினோ அமிலங்கள் அதன் அமைடுகள் எட்டு வைடமின்கள், ஆக்ஸின்கள் கலந்து உபயோகப்படுத்தப்பட்டன. (ரைனர்ட்டும் வைட்டும், 1956). இது ஒரு சிக்கலான ஊடகமாகும். இதிலுள்ள எல்லா அமினோ அமிலங்களையும் விலக்கி அவைகளுக்குப்பதிலாக குளூடாமின் அளித்து, ஊடகத்தைச் சுலபமானதாகச் செய்தனர். பத்து வைடமின்களுக்குப் பதிலாக, நான்கு வைடமின்களே அப்பணியைச் செய்யமுடியும் என்று கண்டறிந்தனர். குறைந்த அளவு ஊட்டப் பொருள்களைச் சேர்த்து அதிக வளர்ச்சியைப் பெறுவதே சாலச்சிறந்தது.

கந்தகம் (Sulphur)

பைசியா கிளாகாவில் திசு வளர்ப்பிற்கான முயற்சிகள் தோல்வியடைந்துகொண்டே வந்தன. இது, மெலானின் (melanin) என்ற விஷப்பொருள் தடுத்ததாலேயேயாகும். குளூடாதியோன், டையெதில் டிதியோ கார்பமேட் (diethyl dithio carbamate), மெத்தில் ஸேண்தேட் ஆகிய SH-காம்பவுண்ட்களை உபயோகப்படுத்தித் திசு வளர்ப்பில் வெற்றியடைந்தனர். இன்டோல் அசெடிக அமிலத்திற்கும் மேற்குறிப்பிட்ட SH-காம்பவுண்ட்களுக்கும் ஒரு சினர்ஜிஸம் உள்ளது தெரியவந்தது.

வளர்வூக்கிப் பொருள்கள்

இன்டோல் அசெடிக அமிலம், 2, 4-D போன்ற ஆக்ஸின்களை அநேகமாக எல்லோரும் பயன்படுத்தினர். கைனின்கள், கிப்பெரிலின், யீஸ்ட்சாரம், இளநீர், ஜிங்கோ பைலோபாவின் எண்டோஸ்பெர்ம் சாரம் முதலியன பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

இயங்கா நிலையிலுள்ள நுனிமொட்டுகளை வளர்க்க முயற்சிக்கப்பட்டது. சூடோட்ஸுகா டேக்ஸிஃபோலியாவின் நுனி மொட்டுகளைத் தனிப்படுத்தி ஊடகத்தில் வளர்க்கப்பட்டது. சுக்ரோஸ், குளுகோஸ், ஃப்ரக்டோஸ் சேர்த்து, தேவையான ஒளி, ஆக்ஸிஜன் கிடைக்கும்படியாகச் செய்து, நுனி மொட்டுகள் வளர்க்கப்பட்டன. மேலும், ஆக்ஸின்கள், கிப்பெரிலின், கைனின், அடினின் சல்ஃபேட் (adenine sulphate) போன்ற பொருள்களை சேர்ப்பதனுலான பலன்களும் ஆராயப்பட்டன. இவற்றின் விளைவாக கைனடின் கேலஸின் வளர்ச்சியைத் தூண்டுவது அறியப்பட்டது. அடினின் சல்ஃபேட் மொட்டு முன்னேற்றத்தையும் இலையின் விஸ்தரிப்பையும் தடுக்கிறது. செய்ட்ஸ் வடிகட்டிய யூரியா மொட்டுகளை முன்னேற்ற உதவுவதோடு அகன்ற இலைகள் ஏற்பட வழி கோலுகிறது (அல்-தாலிப், டோரி ஆகியோர் : Al-talib and Torrey, 1959).

லிக்னின் தோற்றம்

கதிரியக்கக் கூட்டுப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தி பைனஸ் ஸ்ட்ரோபஸ்ஸின் (Pinus strobus) கேம்பியம், திசு வளர்ப்பில் லிக்னின் உற்பத்தி செய்வதைக் கண்டனர் (ஹாஸெகாவா, ஹிகுச்சி, இஷிகாவா ஆகியோர் : Hasegawa, Higuchi and Ishikawa, 1960). ஷிகிமிக் அமிலமும், லிக்னினும், தனிப்படுத்திய கேம்பியத்திசுவின் குளுகோஸிலிருந்து தொகுப்புச் செய்யப்படுகிறது.

ஜூனிபெரஸ் கம்யூனிஸ்ஸில் வளர்ச்சி அதிகரிக்க அதிகரிக்க டானின் குறைகிறது. சின்னமிக் (cinnamic), ஸினப்பிக் (sinapic), ஃபெருலிக் (ferulic) அமிலங்களை ஊடகத்தில் சேர்த்து, அவை டானின் தோற்றுவிப்பதில் ஒரு முன்னோடியாக இருக்கலாமோ என்று ஆராயப்பட்டது. இவை குறைந்த செறிவில் வளர்ச்சியின் வேகத்தை அதிகரிக்கச் செய்தன. டானினும் அதிகமாயிற்று. முக்கியமாக, சின்னமிக் அமிலம் ஒரு முன்னோடியேயாகும், அது போலவே ஒளியும் இதில் ஒரு முக்கிய பங்கேற்றுள்ளது. இருட்டில் அதிக டானின் உற்பத்தியாவது காணப்பட்டது கான்ஸ்டாபெல், 1965).

மேலேகண்ட விதை மூடாத் தாவரத்திசு வளர்ப்பிலிருந்து நாம் தெரிந்து கொள்வதென்ன? மற்ற பகுதிகளுள்ள தாவரங்களைவிட இவற்றைத் திசு வளர்ப்பு செய்வது கடினமாகும். சற்றேறக்குறைய எழுபது பேரினங்களில் விரல்விட்டு எண்ணக்கூடிய ஒரு சிலவற்றைப்பற்றியே நமக்குச் சில பரிசோதனைகளின் முடிவுகள் தெரிந்துள்ளன. இத்திசுக்கள் வளர்வது நாமறிந்த திசு வளர்ப்பு முறைகளுக்கு அப்பாற்பட்டதாக உள்ளது. வெற்றியடைந்தாலும் வளர்ச்சியின் வேகம் குறைவாகவேயுள்ளது. ஒரு சிலரே தொடர்ந்து கேலஸை வளர்ப்பதில் வெற்றியடைந்துள்ளனர். தெரிந்த சில முடிவுகள் நமக்குக் கூறுவதாவது :

வேவ்வேறு பேரினங்களின் பாகங்களும் திசு வளர்ப்பில் ஏறக்குறைய, ஒரே மாதிரியான பலனைக் கொடுக்கின்றன.

அவைகளில் புற அமைப்புத் தோன்றலின் தத்துவம் அறிந்து கொள்ள முடியாத ஒன்றாக உள்ளது. அதன் செயலில் மாறுதல்களென்ன என்று ஆராயப்பட்டு வருகிறது.

இயல்பான செல்களுக்கும் செல் கட்டிகளுக்கும் உயிரிவேதியல் உறவென்ன என்று கண்டறிய முயற்சிக்கப் படுகிறது. மேலும் இவ்வாறான ஒழுங்கற்ற செல்களை இயல்பான செல்களாக மாற்ற முடியுமா என்று ஆராயப்பட்டு வருகிறது.

நுனி மொட்டுகளின் வளர்வடங்கிய நிலை (dormancy) மற்றொரு பிரச்னையாகும். இதில் வெற்றி காண முயற்சித்ததில், யூரியா வளர்வடங்கிய நிலையை ஓரளவு உடைக்கும் சக்தி உடையது என்று கண்டறியப் பட்டது.

சூலகத் தாவரங்களில் உள்ளது போலவே இங்கும் மகரந்தத்திலிருந்து ஒரு மயத்திசு வளர்ந்தது. இதிலிருந்து வேறுபாடுகள் தோன்றினால் அதன் நிலை என்னவென்று அறிய அறிவியல் உலகம் ஆவலாகவுள்ளது.

கருக்களைத் திசு வளர்ப்பில் கொண்டுவந்து வளர்வடங்கிய நிலையைக் குறைக்கவும், கலப்புயிரிக் கருக்களைத் தோற்றுவிக்கவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

தனிச் செல்களை நீர்ம ஊடகத்தில் வளர்த்து, வேறுபாடுகள் பெறுவதில் உள்ள முக்கியத்துவம் பற்றியும் சிறிது அறிகிறோம்.

தனிப்படுத்தப்பட்ட செல்கள் வேறு பாடடையாத செல் குழுவாக மாறி நிலைபெறாத கருக்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

ஆனால் செல் தொகுதிகள் வளர்க்கப்பட்டால், அதன் மத்தியில் சாற்றுக் குழாய்களைக் காண்பதும், வேர்-வேறுபாடு தோற்றுவித்தலும் (rhizogenesis) சைகடேல்ஸில், கேரட்டில் இயல்பாகக் காண்பதைப் போலவே, காணப்படுகிறது.

குறிப்புத் தேட்டம்

AL-TALIB, K. H. & J. G. TORREY, 1959. The aspetic culture of isolated buds of *Pseudotsuga taxifolia*.
Pl. Physiol **34**: 630—637.

BALL, E., 1950. Differentiation in a callus culture of *Sequoia sempervirens*.
Growth **14**: 295—325.

BALL, E., 1955. Studies on the nutrition of the callus culture of *Sequoia sempervirens*.
Ann. Biol. **31**: 81—105.

BFRLYN, G. P. & J. P. MIKSCHE, 1965. Growth of excised pine embryos and the role of cotlyledons during germination *in vitro*.
Am. J. Bot. **52**: 730—736.

BROWN, C. L. & E. M. GIFFORD, Jr. 1958. The relation of the cotyledons to root development of pine embryos grown *in vitro*.
Pl. Physiol. **33**: 57—64

BULARD, C., 1952. Culture aseptique d'embryons de *Ginkgo biloba*: rôle des cotyledons dans l' absorption du sucre et la croissance de la tige.
Cr. hebd. Séanc. Acad. Sci., (Paris) **235**: 739—741

CONSTABEL, F., 1965. Phenolics in the tissue cultures derived from *Juniperus Communis* L. Studies in tannin synthesis. *In* P. R. White & A. R. Grove (Eds)
Internal. coz. pl. tissue culture Mecutchen Publishing Corporation, Calif, U. S. A. P.P. 183—190.

GREENWOOD, M. S. & G. P. BERLYN, 1965. The regeneration of active root meristems *in vitro* by hypocotyl sections from dormant *Pinus lambertiana* embryos.

Canad. J, Bot. **43**: 173—175.

HASEGAWA, M., T. HIGUCHI & H. ISHIKAWA, 1960. Formation of lignin in tissue culture of *Pinus strobus*.

Plant & cell Physiol **1**: 173—182.

KONAR, R. N., 1963 a. Studies on submerged callus culture of *Pinus gerardiana* Wall.

Phytomorphology **13**: 165—169.

KONAR, R. N., 1963 b. A haploid tissue from the pollen of *Ephedra foliata Boiss.*

Phytomorphology **13**: 170—174.

KONAR, R. N. 1963-c. *In vitro* studies on *Pinus roxburghii* Sar.

In: P. Maheswari & N. S. Rangaswamy (eds) Plant Tissue & Organ Culture—A symposium.

International Soc. Pl. Morphologists, Delhi pp. 224—229.

KONAR, R. N. & Y. P. OBEROI, 1965. *In vitro* development of embryoids on the cotyledons on *Biota orientalis*.

Phytomorphology **15**: 137—140.

LARVE, C. D., 1948. Regeneration in the megogametophyte of *Zamia floridana*.

Bull. Torrey bot club **75**: 597—603.

LA RUE, C. D., 1954. Studies on growth and regeneration in gametophytes and sporophytes of gymnosperms.

Brookhavan Symp. Biol No. **6**: 187—208.

LOO, S. W. & F. H. WANG, 1943. The culture of young conifer embryos *in vitro*.

Science **98**: 544.

LI, T. T., 1934. The development of *Ginkgo* embryo *in vitro*.
Science Rep. Nat. Tsing Hue Univ. **2** (B): 41—52.

NORSTOG, K., 1965. Induction of apogamy in megagametophytes of *Zamia intergrifolia*.
Am. J. Bot. **52**: 993—999.

NORSTOG, K. & E. RHAMSTINE, 1967. Isolation and culture of haploid and diploid cycad tissues.
Phytomorphology **17**: 374—381.

REINERT, J., 1956. Dissociation of cultures from *Picea glauca* into small tissue fragments and single cells.
Science **123**: 457—458.

REINERT, J. & WHITE, P. R., 1956. The cultivation *in vitro* of tumor tissues and normal tissues of *Picea glauca*.
Physiol. Plant **9**: 177—189.

RISSER, P. G. & P. R. WHITE, 1964. Nutritional requirements of spruce tumor cells *in vitro*.
Physiol. Plant **17**: 620—635.

SACHER, J. A., 1956. Observations on pine embryos grown *in vitro*.
Bot. Gaz. **117**: 206—214

SANKHLA, N., SANKHLA, D. & U. N. CHATTERJI, 1967-a. *In vitro* Induction of proliferation in female gametophyte tissue of *Ephedra foliata* Boiss.
Naturwiss **54**: 203

SANKHLA, N., SANKHLA, D. & CHATTERJI, U. N. C., 1967-b. Production of plantlets from callus derived from root tip of excised embryos of *Ephedra foliata* Boiss.
Naturwiss **54**: 349

SANKHLA, N., SANKHLA D. & U.N. CHATTERJI, 1971. Observations on growth and morphogenesis of excised *Ephedra foliata* embryos.

In : Morphogenesis in Plant Cell, tissue and Organ Cultures : 69—70.

Internat. Symp. Delhi.

SMITH, W. & R. N. KONAR, 1969. Initiation of ovulate strobili in Cotyledon stage seedlings of *Pinus elliottii* Engelm.

Can J. Bot. **47** : 624—626

TULECKE, W. R , 1957. The pollen of *Ginkgo biloba. In vitro* culture and tissue formation.

Am. J. Bot. **44** : 602—608.

TULECKE, W. 1959. The Pollen cultures of C. D. La Rue : a Tissue from the pollen of *Taxus.*

Bull Torrey Bot. Cl **86** : 283—289

TULECKE, W. R., 1960. Arginine requiring strains of tissue obtained from Ginkgo pollen.

Plant physiol **35** : 19—24

TULECKE, W , 1964. A haploid tissue culture from the female gametophyte of *Ginkgo biloba*. L.

Nature (Lond.) **203** : 94—95

TULECKE, W. R. & L. G. NICKEL, 1960. Methods, Problems and Results of Growing Plant cells under submerged conditions.

Trans. N. Y. Acad. Sci. **22** : 196—206

TULECKE, W. R. & N. SEHGAL, 1963. Cell Proliferation from the pollen of *Torreya nucifera.*

Contrib. Boyce Thompson Inst. **22** : 153—163

TULECKE, W. R , R. TAGGART & L. COLAUITO, 1965. Continuous cultures of higher plant cells in liquid media.

Contrib. Boyce Thompson Inst. **23**: 33–46

VASIL, V., 1963. *In vitro* culture of embryos of *Gnetum ula* Brongn.

In P. Maheswari & N. B. Rangaswami (eds) Plant Tissue and Organ vulture-A symposium. Internatl. Soc. Pl.

Morphologists Delhi pp. 278—280

WHITE, P. R. & RISSER, P. G., 1964. Some basic parameters in the cultivation of spruce tissues. P

Physiol. Plant **17**: 600–619

WHITE, R. A., 1971. Experimental and Developmental Studies of the Fern Sporophyte.

Bot. Rev. **37**: 509–540

9. முடிவுரை

பூக்கும் தாவரங்களிலும் விதை மூடாத்தாவரங்களிலும், திசு வளர்ப்புமுறை எவ்வாறு கையாளப்பட்டன, அடைந்த வெற்றிகள் யாவை, அதனுல் மனித சமுதாயத்திற்கு என்ன பயன் என்று சுருக்கமாக இந்நூலில் எடுத்துக் கூறப்பட்டுள்ளன. இது வரை வெளிவந்துள்ள எல்லா ஆய்வுரைகளேயும் எடுத்துக்காட்டுவது இந்நூலின் நோக்கமல்ல. எனவே அறிந்த சில முக்கிய குறிப்பீடு களும், கருத்தை விளக்கிக் கூறியபோதிலும், குறிப்புத் தேட்டத் தில் சேர்க்கப்படவில்லே. இன்றுவரை கிடைத்துள்ள முடிவுகளேத் துணேகொண்டு, திசுவளர்ப்பினுல் ஏற்பட்டுள்ள நன்மைகள் யாவை என்றும், ஆராய்ச்சி முறைகளே எவ்வாறு பல கோணங் களிலிருந்தும் நடத்தலாமென்றும் கோடிட்டுக் காட்டப் பட்டுள்ளன. இதில் கூறப்பட்டுள்ள முடிவுகள் நிலேயான தென்றே, இம்முடிவுகள்தான் சரியானதென்றே வாதிட்டால், தொடர்ந்து ஆராய்ச்சி செய்ய இடமளிக்காதவர்கள் ஆகிவிடு வோம். இப்புத்தகத்தில் எடுத்துக்கூறப்பட்டுள்ள கருத்துகளுக்கு மாறுபட்டவற்றிற்கும் மதிப்பளிக்கத் தயாராக இருக்க வேண்டும்.

அண்மையில் தோன்றிய இவ்வியல் தாவரநோய் இயலிலும் (Plant pathology), விண்வெளி உணவு ஆராய்ச்சிக் கூடங்களிலும் கூட அதிகமாகக் கையாளப்படுகின்றன.

9-1. திசு வளர்ப்பும் தாவர நோய் இயலும்

திசு வளர்ப்பும் தாவரநோய் இயலும் பற்றிய அழகான ஒரு மதிப்பாய்வுரையை பிரானும் லிப்பெட்ஸும் (Brann and Lipetz, 1966) வெளியிட்டுள்ளனர். ஒட்டுண்ணித் தன்மையின் செயலியல் (physiology of parasitism) பற்றியும் ஒரு கட்டுரை வெளியிடப் பட்டுள்ளது (மகேஷ்வரி, *1969*).

(i) செடிகள் வைரஸ்களால் பாதிக்கப்பட்டபின், அவற்றி னின்றும் ஆரோக்கியமான செடிகளே எப்படிப்பெறுவது என்பது

ஒரு பெரிய பிரச்னையாகும். இம்முயற்சியில் திசு வளர்ப்பு எவ்வாறு பயன்படுகிறதென்பதை 'தண்டு நுனி வளர்ப்பு' என்ற உபதலைப்பின்கீழ் சிறிது பார்த்தோம்.

(ii) ஆதாரத்தாவரத்தின் உணவையே முற்றிலும் நம்பியிருக்கும் பூஞ்சைகளைக் காண்கிறோம். அவற்றைத் திசு வளர்ப்புச் செய்வது கடினம். மட்குண்ணி பூஞ்சையான ஸ்கெலெரோஸ்போரா கிராமினிகோலா (Scelerospora graminicola) போன்றவற்றை ஆதாரத்தாவரத்தின் கேலஸ்மீதும், ஊடகத்தின்மீதும் தனித் தனியாக வளர்த்தனர். அத்தகைய ஆதாரத்தாவரத்தின் வளர்சிதை மாற்றத்தில் பூஞ்சைகள் உள்ளபோதும் அவையில்லாத நிலையிலும் ஏற்படும் மாறுதல்களைக் கண்டறிய இவ்வகை ஆராய்ச்சிகள் பயன்படுகின்றன. பென்னிசிட்டம் டைஃபாய்ட்டெஸ்ஸின் (Pennisetum typhoides) கேலஸ் திசுவின் மீது பூஞ்சையை வளர்த்தபொழுது, பாதிக்கப்பட்ட செல்களில் பல மாறுதல்கள் காணப்பட்டன: அச்செல்களில் திசு வேறுபாடுகள் தோன்றவில்லை. செல் சுவர்கள் ஒழுங்கற்றும் சைட்டோபிளாசம் பிளாஸ்மோலிஸிஸ் ஆனநிலையிலும் இருந்தன. நியூகிளியஸின் அளவும் உருவமும் மாறியிருந்தன என்றாலும் அதிகமாகப் பாதிக்கப்படவில்லை எனலாம்.

(iii) தளிர் முண்டு (crown gall) என்பது தாவரங்களில் காணப்படும் ஒரு நியோபிளாஸ்ட்டிக் வியாதியாகும் (neoplastic disease). இது, 'கட்டித் தூண்டுவிக்கும் முறை' (Tumor Inducing Principle, அதாவது TIP) என்ற வகையில், அக்ரோபேக்டீரியம் டூமெஃபேசியன்ஸ் (Agrobacterium tumefaciens) என்ற பாக்டீரியாவால் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறான செல்கள் பாதிக்கப்படும் முறை, ஊட்டமுறை, வளர்சிதை மாற்றம்பற்றி அறிய தனி செல் வளர்ப்பு பயன்படுகிறது.

சென்னும் ஷர்மாவும் (Sen and Sharma, 1969), சால்வடோரா (Salvadora) மூண்டுகளில் வளர்வூக்கிப் பொருள்கள் இருப்பதாகக் கண்டு, அதை வெவ்வேறு செறிவில், ஆஸ்ட்டெரோகாந்தா (Asterocantha) விதைகளுக்குக் கொடுத்து முளைக்க வைத்துப்பார்த்தனர். ஆட்டோகிளேவ் செய்தாலும் செய்யாவிட்டாலும் வேரும் வித்திலைக்கீழ்த்தண்டும் நன்கு வளர்ந்தன. இவ்வகை ஆராய்ச்சி, காடுகளில் மரங்களை வளர்ப்பதற்கு உதவியாக இருக்கக்கூடும்.

ரூமெக்ஸில் (Rumex) காணப்படும் காயம்-கட்டி வைரஸ் (wound-tumor virus) வியாதி மற்றொன்றாகும். இவ்வியாதிபற்றிய விவரங்களை பிளேக் (Black, 1966) எடுத்துக் கூறியுள்ளார்.

வைரஸ் வியாதிகள் பற்றிய தொகுப்பாய்வும் நடைபெற்றுள்ளது (ரே சௌதுரி, 1966). புகையிலை கேலஸ் திசுவின் மீது TMV அல்லது அதன் RNA-யைத் தொற்றச் செய்யமுடியும். இது, தன் நகல் (self replication) பல எடுக்கவும், புரத மேலுறையில் தக்க அமினோ அமில வரிசையை ஏற்படுத்தவும் தேவையான பாரம்பரியக் குறிப்பை, வைரஸ் நியூகிளிக் அமிலம் சங்கேத மொழிதொகுப்பிற்கு (அதாவது கோடு, code) எடுத்துச் செல்கிறது என்பதற்கு மேலும் ஒரு விளக்கமாகும் (ஹிர்த், லெபியுரியர், ஆகியோர், Hirth and Lebeurier, 1965).

பொதுவாக, திசுவளர்ப்பினால் நோய் இயலிற்கு என்ன நன்மைகள் என்று மதிப்பிடப்பட்டுள்ளன. ஒட்டுண்ணித்தன்மையதான பூஞ்சைகள், பாக்டீரியா, வைரஸ் போன்றவை வளர எவ்விதமாக உணவு ஊட்டம் தேவையெனக் காணலாம். நோயினால் தாக்கப்பட்டால் வளர்ச்சியில் தோன்றும் மாறுதல்கள் என்னவென்று அறியலாம். மேலும் இவ்வியாதிகளைத் தடுக்கும் முறைகளை அறிய பயன்படுகிறது. நோய் தொற்றலை எவ்விதக் காரணிகள் ஊக்குவிக்கின்றன. நோயுண்டாக்கிகள் (pathogens) எவ்வாறு விருத்தியடைகின்றன என்றும், ஓம்புயிர் தாவரங்கள் இதற்கு எவ்வாறு ஈடு கொடுக்கின்றன என்றும் கண்டறிய முடிகிறது.

9-2. திசு வளர்ப்பும் விண்வெளி உணவு ஆராய்ச்சியும்

தாவர செல்களின்மீது விண்வெளிப் பொருள்கள், காரணிகள் ஆகியவற்றின் விளைவுகள் என்னவென்று அறிய விண்வெளி ஏற்பு சோதனைக் கூடத்தில் (Lunar Receiving Laboratory) ஆராய்ச்சிகள் நடந்துவருகின்றன. திசு வளர்ப்பிலுள்ள செல்கள், இயற்பியல் வேதியியல் மாறுதல்களை சுலபமாக பிரதிபலிக்கின்றன என்பதாலேயே இம்முயற்சியில் ஈடுபட்டுள்ளனர்.

கதிர்மணி, நெல், சோயாபீன்ஸ், சூரியகாந்தி, புகையிலை, தக்காளி, முட்டைகோஸ், உருளைக்கிழங்கு, பைன் (pine) முதலியவற்றின் திசுக்கள் அதிகம் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

திசு வளர்ப்புபற்றிய இன்றைய கருத்து என்ன என்பதை 'Tissue Culture on the one hand facilitates, extends and renovates biological research and on the other hand makes it more difficult and arduous' (Penso and Balducci, பென்ஸோ, பால்டுக்கி ஆகியோர், 1963) என்றவார்த்தைகளுடன் முடிப்போம்.

குறிப்புத் தேட்டம்

BLACK, L. M., 1966. Physiology of Virus induced tumors in Plants.

In: Handbuch der Pflanzenphysiologie,

Springer Verlag, Berlin. Ed. Ruhland, W. p. 245—266

BRAUN, A. C. & J. LIPETZ, 1966. The use of Tissue Culture in Phytopathology.

In: Cells and Tissues in Culture, London Ed. Wilmer, .

HIRTH, L. & G. LEBEURIER, 1965. Remerques sur le sensibilité des cellules des sultures de tussus de tabac à l'infection par le virus la mosaique du tobac on son acide ribonucleique.

Rev. gén. Bot. 62: 5—20

MAHESHWARI, R., 1969. Applications of Plant Tissue and Cell Culture in the study of Physiology of Parasitism.

Proc. Indian Acad. Sci. 69: 152—172

PENSO, G. & D. BALDUCCI, 1963. Tissue Cultures in Biological Research, Elsevier Publishing Co., Amsterdam.

RAYCHAUDHURI, S. P., 1966. Plant viruses in tissue culture.

Adv. Virus Res. 12: 175—206

SEN, D. N. & K. D. SHARMA, 1969. Detection of Growth Regulators in the galls of *Salvadora persica* Linn.

Curr. Sci. 38: 250—251

கலைச்சொற்கள்

(ஆங்கிலம்—தமிழ்)

A

Abcisic acid — அப்சிஸிக் அமிலம்
Abscisin — அப்சிஸின்
Absolute alcohol — தனி ஆல்கஹால்
Acromycin — அக்ரோமைஸின்
Activated molecule — ஊக்கப்பட்ட மூலகங்கள்
Active component — ஊக்கப்பட்ட ஆக்கக்கூறு
Adenine — அடினைன்
Adeaine sulphate — அடினைன் சல்பேட்
Adenosine — அடினோஸைன்
Adenyl effect — அடினைல் விளைவு
Adventive embryo — நிலைபெறுத கரு, வேற்றிடக் கரு
Agar — அகார்
Alanine — அலனின்
Amaryllidaceae — அமெரில்லிடேசி
Amides — அமைடுகள்
Amino acid — அமினோ அமிலம்
Androgenesis — ஆன்ட்ரோஜெனிஸிஸ்
Aneuploidy — அனுபிளாய்டி (அ) குரோமோ-சோம்களின் பிறழ்ச்சி
Aneurine — அன்யுரின்
Antogonize — முரண்பாடு
Antheridial cell — ஆந்திரிடியல் செல்
Anthocyanin — ஆந்தோசயனின்
Antibiotic — நுண்ணுயிர் முரண்பொருள்
Antipodal cell — எதிரடி செல்
Apical dominance — தண்டு நுனியின் விஞ்சு நிலை
Arabinose — அராபினோஸ்
Ascorbic acid — அஸ்கார்பிக் அமிலம்
Arginine — ஆர்ஜினைன்
Aseptic — நச்சூட்டமில்லாத, அழுகலற்ற, அழுகலில்லாத
Asparagine — ஆஸ்பராஜின்
Aspartic acid — ஆஸ்பார்ட்டிக் அமிலம்

Aureomycin — ஆரியோமைஸின்
Auto clave — ஆட்டோகிளேவ்
Axial symmetry — அச்சு ஒட்டிய சமச் சீரமைவு

B

Bacitracin — பேசிடிரேசின்
Balance — சமநிலை
B-complex — பி-காம்ப்ளெக்ஸ்
Benazolin — பெனஸோலின்
Benzylamine purine — பென்ஸிலாமைன் ப்யூரின்
Bilateral symmetry — ஈரிடையான சமச்சீர்
Bio-chemistry — உயிரி வேதியியல்
Biomycin — பயோமைஸின்
Biosynthesis — உயிரினத்தொகுப்பு
Biotin — பயோடின்
Bipolar — இருமுனை
Bleaching powder — சலவைத்தூள்
Bromine — புரோமின்
Bud — மொட்டு
Built-in-capacity — உள்ளார்ந்த ஆற்றல், தன்னுள் அடங்கிய சக்தி
Burette — பியூரட்

C

Cafeic acid — கேஃபிக் அமிலம்
Calcium hypochlorite — கால்சியம் ஹைப்போகுளோரைட்டு
Calcium pantothenate — கால்சியம் பேன்டொதெனேட்
Calcium pectinate — கால்சியம் பெக்டினேட்
Callus — கேலஸ்
Canavanine — கேனவானைன்
Carbohydrate — கார்போஹைடிரேட்
Carbon skeleton — கரியறை அமைப்பு
Carbon source — கார்பன் மூலம்
Carotinoid — கேரட்டினொய்டு
Casein hydrolysate — கேசின் ஹைட்ரோலிசெட்
Cation — கேட்யான்
Cell mass — செல் கூட்டு, செல் திரட்சி
Cellophane paper — செலோஃபேன் தாள்
Chelating agent — ஷீலேட்டிங் ஏஜென்ட்டு

Chemotherpeutics — வேதியல் சேர்மம்
Chimaera — சிமெரா (அ) பல் உருவம்
Chlorine — குளோரின்
Choline — கோலின்
Chromic acid — குரோமிக் அமிலம்
Chinnamic acid — சின்னமிக் அமிலம்
Cleavage polyembryony — பிளவு பல கருத்தன்மை
Clump — கொத்து
Colony — கூட்டமைவு
Complexing — பல்திறக் கூட்டொருமை
Compressed air — அதிக அழுத்தக்காற்று, நிட்ப மிகு காற்று
Concentration — செறிவு
Coniferales — கூம்புத் தாவரங்கள்
Contamination — தூய்மைக்கேடு
Cork borer — கார்க் துளைப்பான்
Cornation — கார்னேஷன்
Correlation — தொடர்புடைய
Cotyledon — வித்திலை, விதையிலை
Critical — தீர்வுகட்ட
Crown gall-tumour-tissue — தளிர்முண்டு கட்டித்திசு
Culture room — வளர்ப்பு அறை
Cycadales — சைகடேல்ஸ்
Cysteine — சிஸ்டெய்ன்

D

Detergent — துப்புரவு செய்யும் கரைசல்
Dextrin — டெக்ஸ்ட்டிரின்
Dextrose — டெக்ஸ்ட்ரோஸ்
Diarch — இரு வளைவுகள், டயார்க்
Dicots, dicotyledonous — இருவிதை இலை, இருவித்திலை
Diethyl dithiocarbonate — டைஎதில் டைதையோ கார்பனேட்
Difco — டிஃப்கோ
Differentiation — வேறுபாடு, வேறுபாடடைதல்
Diffusable — பரவும்
Diploid — இருமயத் தன்மை
Distilled water — வடித்த நீர்
Dormancy — வளர்வடங்கிய நிலை

Dormant buds	— வளர்வடங்கிய நிலையில் உள்ள மொட்டுக்கள்
Dormin	— டார்மின்
Drawer	— இழு அறை

E

Embryo-like structure (or) embryoid	— கருவொத்த அமைப்பு (அ) எம்பிராய்டு (ஆ) எம்பிரையாய்டு
Embroid differentiation in tissue culture	— திசுவளர்ப்பில் கருவொத்த வேறுபாடுகள்
Embryogenesis	— கரு உருவாதல்
Embryologist	— கருவியலர்
Enamel plate	— எனமல் தட்டு
Endomitosis	— அக பகுப் படையுமுறை
Enzyme	— நொதிப்பொருள்
Epiblast	— எப்பிபிளாஸ்ட்
Erlenmeyer flask	— எர்லென்மேயர் குடுவை
Ethanol	— எதனல்
Etheral	— எதெரால்
Ethylzanthate	— எதில்ஸேந்தேட்
Exacting	— மிகவும் நுண்மையாக
Experimental biology	— சோதனை உயிரியல்
Experimental embryologist	— தேர்வாய்வுக் கருவியலர்
Extract	— சாறு, சாரம், பிழிவு, பிழிப்பு
Extrinsic factors	— வெளிக் காரணிகள்

F

Fan leaf virus	— ஃபேன் லீஃப் வைரஸ்
Fe EDTA (ferric ethylene diamintetra acetate)	— ஃபெர்ரிக் எதிலின் டையமின்டெட்ரா அசெட்டேட்
Ferric tartrate	— ஃபெர்ரிக் டார்ட்ரேட்
Ferulic acid	— ஃபெருளிக் அமிலம்
Filter paper	— வடிகட்டும் காகிதம், வடிதாள்
Flakes	— செதிலங்கள்
Flask	— குடுவை
Flavonoid	— ஃப்ளேவோனய்டு
Flow	— ஒழுக்கு
Folded	— மடல்களுள்ள
Folic acid	— ஃபோலிக் அமிலம்

Forceps — இடுக்கிகள்
Free ribosomes — புறச் சார்பற்ற ரிபோசோம்கள்
Fundamental unit — அடிப்படை அலகு

G

Galactose — கேலெக்டோஸ்
Gamma X-rays — காமா ஒளிக்கதிர்
Gelatinize — ஜிலேடிஞுதல்
Generative cell — ஜெனரேடிவ் செல்
Giant cells — வேருருவச் செல்கள்
Gibberellic acid — கிப்பெரிலிக் அமிலம்
Ginkgoales — சிங்கோயேல்ஸ்
Glucoronic acid — குளுகரோனிக் அமிலம்
Glutamic acid — குளுட்டாமிக் அமிலம்
Glutamine serine — குளுட்டாமின் செரைன்
Glutathione — குளுட்டோதையோன்
Glycine — கிளைஸின்
Gradient induction — சரிவு வாட்டத் தூண்டுதல்
Graminae — கிராமினே
Grana — கிரானு
Grisemin — கிரிஸெமின்
Growth activity — வளர்ச்சி நிலை, வளர்ச்சியுறுதல்
Growth pattern — வளர்படிவ அமைப்பு
Growth promoting substances — வளர்ஊக்கிப் பொருள்கள், வளர்ச்சி ஊக்கிகள்

H

Hanging drop culture — தொங்கு சொட்டு வளர்ப்பு
Haploid ... ஒரு மயம்
Haploid sex-cells — ஒற்றைமைய பாலணு செல்கள்
He La strain — ஹி லா அம்சம்
Heating element — சூடு செய்யும் மின் அடுப்பு, கம்பிச் சுற்று
Heat treatment — சூடு செய்யும் முறை
Heterotrophic — பரஊட்டமுள்ள
Hexarch — ஆறுமுனை கொண்ட அமைப்பு
Hexitol — ஹெக்சிடால்
Histidine — ஹிஸ்டிடின்
Horizontal shaker — கிடைமட்டக் கலக்கும் கருவி
Horticulture — தோட்டக் கலை

Horticulturist — தோட்டக் கலை நிபுணர்
Hot air oven — வெப்பக் காற்று அடுப்பு
Hybrid — கலப்புயிரி
Hydration — நீரேற்றம்
Hydrogen peroxide — ஹைட்ரஜன் பெராக்ஸைடு
Hygrograph — ஹைக்ரோகிராஃப்
Hypoxanthine — ஹைப்போஸாந்தின்

I

In situ — அதனதன் இடத்தில்
In vivo — இயற்கை சூழ்நிலை, இன்விவோ
Inherent feature — உள்ளமைந்த தனிச் சிறப்பு
Inhibitor — தூண்டுவன, தடுத்துப் பாதிப்பன
Inner cylinder — உள் உருளை
Inoculation chamber — இனாகுலேஷன் பெட்டி
Inorganic nutrition — அனங்கக ஊட்டகம்
Inositol — இனோசிட்டால்
Interaction — இடையீடு, செயல் எதிர் செயல்
Intranuclear — நியுக்கிளியஸானுட்பட்ட
Intraovarian pollination — சூல்பையினுள் ஏற்படும் மகரந்தச் சேர்க்கை
Intrinsic — உள்ளியல்பான
Isolated — தனித்திருக்கும்

K

Kinetin — கைனட்டின்
Kinin — கைனின்

L

Leaf curl — இலை சுருளுதல்
Leucine — லியூஸீன்
Liliaceae — லில்லியேசி
Local control — கட்டுப்பாடு
Lunar receiving laboratory — விண்வெளி ஏற்பு சோதனைக் கூடம்
Lysine — லைசின்

M

M-RNA — தூது RNA

Magnetic stirrer	—	காந்தக் கலக்கி
Malachite green	—	மாலச்சைப் பச்சை
Malformation	—	பொருத்தமில்லாது உரு அமைப்பு கொண்ட
Malic acid	—	மேலிக் அமிலம்
Malingnancy	—	மேலிக்னன்சி
Mannose	—	மன்னோஸ்
Malt extract	—	மால்ட் சாறு
Measuring jar	—	அளவு ஜாடி
Marginal meristem	—	விளிம்பு ஆக்குத் திசு
Medium	—	ஊடகம், ஊட்ட வழி
(i) Basic	—	அடிப்படை ஊடகம்
(ii) Contitioned	—	ஒருநிலைப்படுத்தப்பட்ட ஊடகம்
(iii) Liquid	—	நீர்ம ஊடகம்
(iv) Minimal	—	குறை ஊடகம்
(v) Modified White's—	—	மாற்றியமைக்கப்பட்ட வைட் ஊடகம்
(vi) Room	—	ஊடக அறை
(vii) Solid	—	திட ஊடகம்
(viii) Stale	—	இயங்கா, கட்டுக் குலைந்த ஊடகம்
(ix) White	—	வைட் ஊடகம்
Melanin	—	மெலானின்
Membrane	—	சவ்வு
Mercuric chloride	—	மெர்குரிக் குளோரைடு
Meristem:	—	ஆக்குத் திசு
Metabolite	—	வளர்சிதைமாற்றுப் பொருள், மெட்டபோலைட்
Methionine	—	மெத்தியோனைன்
Methylamine purine	—	மெதிலாமைன் ப்யூரின்
Micro manipulator	—	நுண்மையாகக் கையாளுங்கருவி
Micronutrients	—	சிறு ஊட்டப் பொருள்கள்
Microscope	—	நுண்ணோக்கி
Microtome	—	நுண் நறுக்குக் கருவி
Microtubule	—	மைக்ரோடியூபியூல்
Misnomer	—	காரணத்துக்கொவ்வாத
Molecular biology	—	மூலக்கூற்று உயிரியல்
Monocot, monocotyledonous	—	ஒரு வித்திலை, ஒரு விதையிலை
Monarch	—	ஒரு வளைவு
Monosaccharides	—	மோனோசேக்கரைட்

Morphactin — மார்ஃப்பேக்டின்
Morphogenesis — அமைப்புத் தோட்டம், புற அமைப்புப் பிறப்பு
Morphogenetist — புற அமைப்புத் தோற்றலியர்
Mycorrhizal fungi — வேர்காளான் பூஞ்சை

N

Nasturtium ring spot virus-NRSV — நாஸ்டர்ஷியம் ரிங் ஸ்பாட் வைரஸ்
Necrosis — திசு நீக்கம்
Needle — ஊசி
Neoplastic disease — நியோபிளாஸ்டிக் வியாதி
Nicotinic acid — நிக்கோடினிக் அமிலம்
Nucellus — சூல் திசு, நியூ செல்லஸ்
Nucleus — நூக்லியஸ், நியூ கிளியஸ்
Nutrient medium — ஊட்ட ஊடகம்
Nutrient solution — ஊட்டக் கரைசல்

O

Operation room — செய்முறை அறை
Orchidaceae — ஆர்சிடேசி
Organogenesis — உறுப்புத் தோற்றம்
Oxidation — ஆக்ஸிகரணம்

P

Pantothenic acid — பேன்டோதெனிக் அமிலம்
Para-amino benzoic acid — பேரா - அமினோ பென்ஸாய்க் அமிலம்
Paraffin — கன்மெழுகு
Pathogen — நோயுண்டாக்கி
Pathogenic — நோய் விளைவிக்கும்
Pattern — படிவம் (தோரணி)
Pectin — பெக்டின்
Pencillin — பென்சிலின்
Peptone — பெப்டோன்
Pericycle — பெரிசைகிள்
Pest — அழிவு செய்யும் உயிரி
Petri dish — பெட்ரி தட்டு, கண்ணாடி சிற்றகழ்கள்
Photo-oxidation — ஒளி-ஆக்ஸிகரணம்
Photo-receptor — போட்டோ-ரிசப்டார்
Physiology of ripening — கனியாதலிலுள்ள செயலியல் முறைகள்

Physiology of parasitism — ஒட்டுண்ணித் தன்மையின் செயலியல் முறைகள்
Phytopathology — தாவர நோயியல்
Pines — பைன்கள்
Placenta — சூல் ஒட்டு
Placental pollination — சூல் ஒட்டு மகரந்தச் சேர்க்கை
Plant breeding — தாவர இனப் பெருக்கம்
Plant pathology — தாவர நோய் இயல்
Plantlet — சிறு செடிகள்
Plastids — பிளாஸ்டிடுகள்
Platinum loop — பிளாட்டின வளையம்
Ploidy — மயச் செய்கை
Pointer — முள்
Polio vaccin — போலியோ அம்மை
Polyphenol — பாலிஃபினல்
Polyribosome — பாலிரிபோசோம்
Polythene — பாலிதின்
Precipitate — வீழ்படிவாகி
Precocious — முன்னரே, முன்னெச்சரிக்கையாக
Pressure cooker — உயர் அழுத்தச் சமையற் கருவி
Primary wall — முதல் சுவர்
Primordium — தோற்றுவி
Pro embryo — முன் கரு
Proliferation — உயிர்மப் பெருக்க வளர்ச்சி
Protein synthesis — புரதச் சேர்க்கை
Provascular strand — சாற்று முன் குழாய் இழை
Pseudo bulbils — போலி நுண்குமிழ் துண்டு
Pseudo embryo sac — போலிக் கருப்பை
Purine — பியூரின்
Pyridoxin — பிரிடாக்ஸைன்
Pyrimidine — பிரிமிடின்

Q

Quiescent — இயங்கா நிலை
Quinic acid — க்யுனிக் அமிலம்

R

Rapid viability method — வேகமாக வாழுலாந்தன்மை அறியுமுறை
Recessive — அடங்கு நிலை, ஒடுங்கு நிலை

Regulator	—	சீராக்கி
Relative humidity	—	ஒப்பு ஈரப்பதம்
Repression	—	அடக்கு முறை
Respiratory metabolism	—	சுவாசித்தலின் வளர்சிதை மாற்றம்
Retardant or inhibitor	—	வேகத் தடுப்பான், தடுத்துப் பாதிப்பன
Rhizogenesis	—	வேர்-வேறுபாடு
Riboflavin	—	ரிபோஃப்ளேவின்
RNA (ribonucleic acid)	—	ரிபோ நியுக்ளிக் அமிலம்
Rubber tube	—	இரப்பர் குழாய்

S

Scalpel	—	ஸ்கால் பெல்
Scopoletin	—	ஸ்கோபொலெட்டின்
Secondary	—	பின் தோன்றுகிற
Segmentation	—	பிளவு
Seitz	—	செய்ட்ஸ்
Senescent	—	முதுமைக் கூர்வு
Sequential effect	—	தொடர் விளைவான பலன்
S. H. Group	—	எஸ். எச். தொகுதி
Shaker	—	கலக்குங் கருவி
Shikimic acid	—	ஷிகிமிக் அமிலம்
Sinapic acid	—	ஸினப்பிக் அமிலம்
Sink	—	தொட்டி
Slant tube	—	சாய்வு நிலைக் குழாய்
Slanting	—	சாய்வு நிலை அமைப்பு
Sorbitol	—	சோர்பிட்டால், சார்பிட்டால்
Sorbose	—	சார்போஸ்
Spirit lamp	—	சாராய விளக்கு
Stable tissue	—	நிலைபெற்ற திசு
Stalk cell	—	காம்பு செல்
Stele	—	ஸ்டீல்
Stem parasite	—	தண்டு ஒட்டுண்ணி
Sterilisation	—	நோய் நுண்மை தீர்வாக்கம், நுண்ணியல் நீக்கம்
Stock solution	—	இருப்புக் கரைசல்
Starch grain	—	தரகச் சிறு மணி, தரச மணி
Strains	—	அம்சங்கள் (வகைகள்)
Strand	—	இழைகள்

Sub-culture	—	துணை வளர்ப்பு
Sucrose	—	சுக்ரோஸ்
Sulphur	—	சல்பர், கந்தகம்
Sulphuric acid	—	சல்ஃப்யூரிக் அமிலம்
Suspension cell culture flask	—	தொங்கு நிலை செல் வளர்ப்புக் குடுவை
Suspensor	—	உறிஞ்சு உறுப்பு
Synergistic action	—	ஒத்தக் கூட்டுச் செயல், சினர் ஜிஸ்டிக் செயல்

T

Tannin	—	டானின்
Terramycin	—	டெராமைசின்
Test-tube	—	சோதனைக் குழாய்
Tetrad configuration	—	நான்ம தொகுதி
Theory	—	கருத்து
Thermograph	—	தெர்மோகிராஃப்
Thiamine	—	தயமின்
Thiazole	—	தயஸோல்
Thio-uracil	—	தயோ-யுரேஸில்
Thylcoid	—	தைல்காய்டு
Thymine	—	தைமின்
Tissue culture	—	திசு வளர்ப்பு, திசு ஊட்ட வளர்ச்சி, திசு ஊட்ட வளர்ப்பு, திசு செயற்கை வளர்ப்பு
Torpedo	—	டார்பிடோ
Totipotent	—	முழுவளர் ஆற்றல்
Toxic melanin	—	நச்சுத் தன்மையுள்ள மெலானின்
Toxicity	—	நச்சுத் தன்மை
Traces	—	சுவடுகள்
Trachea	—	டிரேக்கியா
Transitory	—	உறுதி நிலையற்ற
Triarch	—	மூன்று வளைவு
Triploid	—	மும்மயத் தன்மை
Tubuli	—	டியூபுலி
Tyrosine	—	டைரோசின்
Tryptophan	—	டிரிப்டோஃபன்
Tube cell	—	டியூப் செல்
Tumors	—	கட்டிகள்

Tumor inducing principle (TIP)	—	கட்டி தூண்டிவிக்கும் முறை

U

Ultra violet lamp	—	புற ஊதா, நீல ஒளி விளக்கு
Uniseriate filaments	—	ஒற்றிழைத் தாள்கள்
Unorganized proliferation	—	கூட்டிணைப்பில்லாத உயிர்மப் பெருக்கம்
Uracil	—	யூராஸில்

V

Vacuole	—	நுண்குமிழிகள்
Vascular cambium	—	சாற்றுத் திசு கேம்பியம்
Vascular elements	—	சாற்றுத்திசு மூலகங்கள்
Vascularization in tissue culture	—	திசு வளர்ப்பும், சாற்றுத் திசு மூலகங்களின் தோற்றமும்
Vaseline	—	வாஸிலேன்
Vegetative tissue	—	உடல் திசு
Vesiculi	—	வெசிகுலி
Volumetric flask	—	பரும அளவுக்குடுவை
Viability	—	வாழுந் தன்மை

W

Wound regeneration	—	காயத்திஞல் மீள் வாழ்வு பெறுகின்ற
Wound-tumor virus	—	காயம்-கட்டி வைரஸ்

X

Xylose	—	க்ஸைலோஸ், சைலோஸ்

Y

Yeast extract	—	ஈஸ்ட், யீஸ்ட் -சாறு / சாரம்/ பிழிவு/பிழிப்பு
Yellow vein	—	யெல்லோ வெய்ன் (மஞ்சள் நரம்பு)

Z

Zeatin	—	ஸியாடின்
Zygote	—	ஸைகோட்

ஆசிரியர் பெயர்க் குறிப்பு அகராதி

(ஆசிரியர்கள் பெயருக்குப் பின்னுள்ள எண்கள், அப் பெயர்கள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள அத்தியாயங்களாகும்)

பொருட்குறிப்பு அகராதி

(எண்கள், பொருள் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள பக்கங்களைக் குறிக்கின்றன)

பிழைதிருத்தம்

பக்கம்	வரி	பிழை	திருத்தம்
2	27	மார்ஃபோ ஜெனிசிஸ்	மாராஃபோஜெனிசிஸ்
6	1	1,942	1942
7	17	(aspetic)	(aseptic)
8	16	நீரில்.	நீரில்
20	28	செறிவுரை	செறிவுரையில்
21	1	பிர்னெ & கோஹ, 1960.	பிர்னெ & கோஹ :
22	5	(Pissum	(Pisum
23	26	in an vitro	an in vitro
	30	Trains.	Trans.
24	12	காற்றுக்குழாய்	சாற்றுக்குழாய்
	29	வில்மர் ஜான்ஸ்	வில்மர், ஜான்ஸ்
25	7	பொருத்தது.	பொருத்தது.
	29	(Libbert et at	(Libbert et al
	33	Thimann et at	-Thimann et al
26	26	(knop)	(Knop)
27	19	(difco)	(Difco)
	35	(glutathiones)	(glutathione)
28	12	மெலானிஞல்	மெலானிஞல்
29	3	(PH)	(pH)
30	29,	கூற,	நெற்பயிர்களில் கூற,
	30	நெற்பயிர்களில்	———
31	5	(hordeum)	(Hordeum)
		(capsella)	(Capsella)
	32	annuaws),	annuus),
32	21	டிரிப்டோஃபேன்	டிரிப்டோஃபேன்,
	29	கேசிக்	கேசின்
34	35	(sequoia	(Sequoia
35	10	ஃப்க்டோஸ்களின்	ஃப்ரக்டோஸ்களின்
	26	இவ்வராய்ச்சி	இவ்வாராய்ச்சி
36	12	ஈரத்துக் கொள்ளும் குறை, இடப்பெயர்ச்சி வளர் சிதை மாற்றம்,	ஈர்த்துக் கொள்ளும் முறை, இடப்பெயர்ச்சி, வளர்சிதை மாற்றம்

பக்கம்	வரி	பிழை	திருத்தம்
36	17	தெரியும்	தெரியும்.
	35	(Bonner, 1943),	Bonner, 1943),
38	2	தேன்றுவதை	தோன்றுவதை
40	22	(ragulator)	(regulator)
44	3	?, 4-D	2, 4-D-
47	1	றியூக்ளிக்	நியூக்ளிக்
	16, 17	ஹாக்ஸியூஸிம், லக்ஷ்மணனும்	(ஹாக்ஸியூஸ¬ம் லக்ஷ்மணனும் :
48	19	(datura)	(Datura)
	28	புதித ான	புதிதான
49	10	முதிர்ந்த	(முதிர்ந்த
50	25	கேகின்	கேசின்
51	15	ஷாண்ட்ஸ்	(ஷாண்ட்ஸ்
	31	Regia)	regia)
	33	பென்	பெண்
52	22	(Loewenberg	Loewenberg
	26	இ௶	————
53	26	பொருள்களினின்றிக்	பொருள்களின்றிக்
54	16	(rhizosphere	(Rhizosphere
56	31	வெசிகுலி களும், (vesiculi)	வெசிகுலிகளும் (vesiculi),
60	32	PH	pH
62	28	*juniperus*	*Juniperus*
63	23	Exprimental	Experimental
64	13	Ph. d	Ph.D,
	18	Studier	Studies
67	17	seanc.	Seanc.
68	5	*glanca.*	*glauca.*
	8	*in vitro*	*In vitro*
71	7	Am. j. Bot	Am. J. Bot
76	36	(Dichraoa	(Dichroa
78	14	(Lunria	(Lunaria
84	17	கிரை சாந்திமம் (Chry santhemum),	கிரைசாந்திமம் (Chrysanthemum),
87	22	ரிபோறுகிளி ்யா	ரிபோநியூகிளியோ
90	18	ஆஸ்ட்ரோலோபா	ஆஸ்ட்ரோ லோபா
92	10	(Foeniculum) vulgare)	(Foeniculum vulgare

பக்கம்	வரி	பிழை	திருத்தம்
94	32	Hirsutum)	hirsutum)
97	1	Chandy, 1971) ;	Chandy, 1971 ;
97	3	(Kohlenbach and Geier, 1972)	Kohlenbach and Geier, 1972
98	27	நிக்கோபியாஜ	நிக்கோடியாஜ
99	26	இருந்தன.	இருக்கும்.
100	15	rmation	formation
	19	subacent	subjacent
101	5	partird'	partir d'
	28	plant	Plant
106	27	f om	from
107	8	Petumia axillaris	*Petunia axillaris*
108	13	anter	anther
114	13	ஃப்ளேரயத்திலிருந்து	ஃப்ளோயத்திலிருந்து
	17	வெதொராலும்	வெதெராலும்
	22	: Staba	(Staba,
122	3	பாரன்கைமாக்கிகளுக் கிடையே	பாரன்கைமாக்களுக் கிடையே
123	13	வேறுபடாடைதல்	வேறுபாடடைதல்
	17	ஒவ்வோர்	ஒவ்வொரு
	28	லியோறெட்	லியோரெட்
	28	(scorzonera)	(Scorzonera)
124	9	(படம் 26)	(படம் 27)
125	25	(ஹாக்ஸியூஸூம் லக்ஷ்மணனும்)	ஹாக்ஸியூஸூம் லக்ஷ்மணனும்
127	3	புறக்கராணிகளின்	புறக்காரணிகளின்
128	2	(படம் 27)	(படம் 26)
129	15	சாரணகர்த்தாக்களாகும்.	காரணகர்த்தாக்களாகும்.
130	27	Samposium,	Symposium,
135	27	ளர்ந்தாலும்	வளர்ந்தாலும்
137	18	உணவு செல்வளர்ச்சிகான	உணவு, செல் வளர்ச்சிக் கான
	26	'கருவளப்பு'	'கரு வளர்ப்பு'
138	8	அப்புற வேறு	அப் புறவேறு
139	19	பாரத்தில்	பார்த்ததில்
140	10	மயத்தன்மை	மும் மயத்தன்மை

பக்கம்	வரி	பிழை	திருத்தம்
140	32	Communis),	communis),
141	2	1971-a)	(1971-a)
142	2	(putranjiva	(Putranjiva
	15	(vicia)	(Vicia)
143	35	வயது ஏற்படும்	வயது, ஏற்படும்
144	10	(cucumis),	(Cucumis),
145	5	இளங்கருவிலிருந்து தாவரத்துள்	———
147	32	சேர்பிட்டாலும்	சோர்பிட்டாலும்
148	1	மிசோ-இனோசிட்பில்	மிசோ-இனோசிட்டால்
	2	பலனையளித்துளள்தாக	பலனையளித்துள்ளதாக
	6	கருப்ளையினிலுள்ள	கருப்பையினி லுள்ள
	24	தெரிந்தது,	தெரிந்தது.
	32	சினாஜிஸத்	சினர்ஜிஸத்
150	12	சேலஸையும்	கேலஸையும்
	17	Pendula)	pendula)
	19	(cassytha	(Cassytha
151	3	புழுக்கரு	முழுக்கரு
	4	ஆர்யுதோபியம்	ஆர்ஸியுதோபியம்
	22	மெட்டுக்	மொட்டுக்
152	7	சுக்ரோஸீ	சுக்ரோஸு
	12	bominance)	dominance)
	14	மெட்டா போலைட்டுகளின்	மெட்டாபோலைட்டுகளின்
	26	சாண்டர்ஸீம்	சாண்டர்ஸும்
	30	விதைகளினாலுள்ள	விதைகளிலுள்ள
154	17	(O. Offiocinalis)	(O. officinalis)
155	7	viability	Viability
156	28	இவ்வராய்ச்சி	இவ்வாராய்ச்சி
157	26	எம்யிரையாய்டும்	எம்பிரையாய்டும்
158	4	ஆர்சுடேசி	ஆர்கிடேசி
	4	செல்லிளின்றும்	செல் லினின்றும்
	9	ஹாக்ஸியூஸீம்,	ஹாக்ஸியூஸும்,
	9 & 10	லக்ஷ்மணணும்	லக்ஷ்மணனும்
	10	உறுதிப்படுத்தினார்.	உறுதிப்படுத்தினர்.
162	28	முக்சியத்துவம்	முக்கியத்துவம்

பக்கம்	வரி	பிழை	திருத்தம்
162	33	ஸ்கூகும், 1962)	ஸ்கூகும் (1962)
	37	(ஹால்ப்பெரின், 1966	(ஹால்ப்பெரின், 1966)
163	25	ஸ்கூக்,	(ஸ்கூக்,
165	4	விருப்பப்படிபடுத்தப்	விருப்பப்படி பயன்படுத்தப்
	9	ஹாஸ்ஸியூ	ஹாக்ஸியூ
	27	செல்களின் வளரச்சியில்,	: செல்களின் வளர்ச்சியில்,
	29	உள் ஆற்றல்	உள் ஆற்றல்,
167	38	டார்பிடோ,	டார்பிடோ
173	10	(படம் 3-ன்)	படம் 38 iii-ன்
174	34	வெளியாகிறது	வெளியாகிறது.
175	16	பெரி சைகிலில் (peri cycle)	பெரிசைகிலில் (pericycle)
177	30	ஃப்ளோயட்	ஃப்ளோயம்
178	34	இவ்வராய்ச்சி	இவ்வாராய்ச்சி
182	38	(Plumbage	(Plumbago
184	9	holdfats,	holdfasts,
189	16	strucutures	structures
190	8	o f	of
	24	zylem	xylem
193	2	Gumnosperms)	Gymnosperms)
194	36	ரெனர்ட்டும்	ரெய்னர்ட்டும்
195	3	Gerardiana)	gerardiana)
	18	ராக்ஸ் பர்கி யையின்	ராக்ஸ்பர்கியையின்
	18	(Pinius	(Pinus
	27	டாக்ஸஸ்	டேக்ஸஸ்
	30	டாக்ஸஸ்	டேக்ஸஸ்
196	37	(Cylcs)	(Cycas)
197	12	ட்ஸ்சேமியா சைகஸ்	ட்ஸ்சேமியா, சைகஸ்
198	3	சைகடேல்ஸ் :	(இது சிறு தலைப்பு)
	13	பைனஸ் கெட்டெலீரியா	பைனஸ், கெட்டெலீரியா
202	35	கான்ஸ்டாபெல்,	(கான்ஸ்டாபெல்,
203	11	வேவ்வேறு	வெவ்வேறு
205	21	megogametophyte	megagametophyte
°07	17	Ginkgo	*Ginkgo*
208	6	Maheswari	Maheshwari
	6	N. B. Rangaswami	N. S. Rangaswami